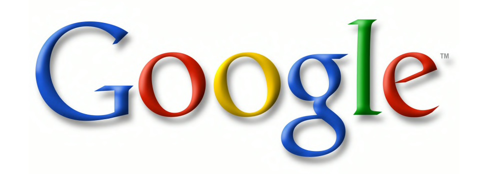
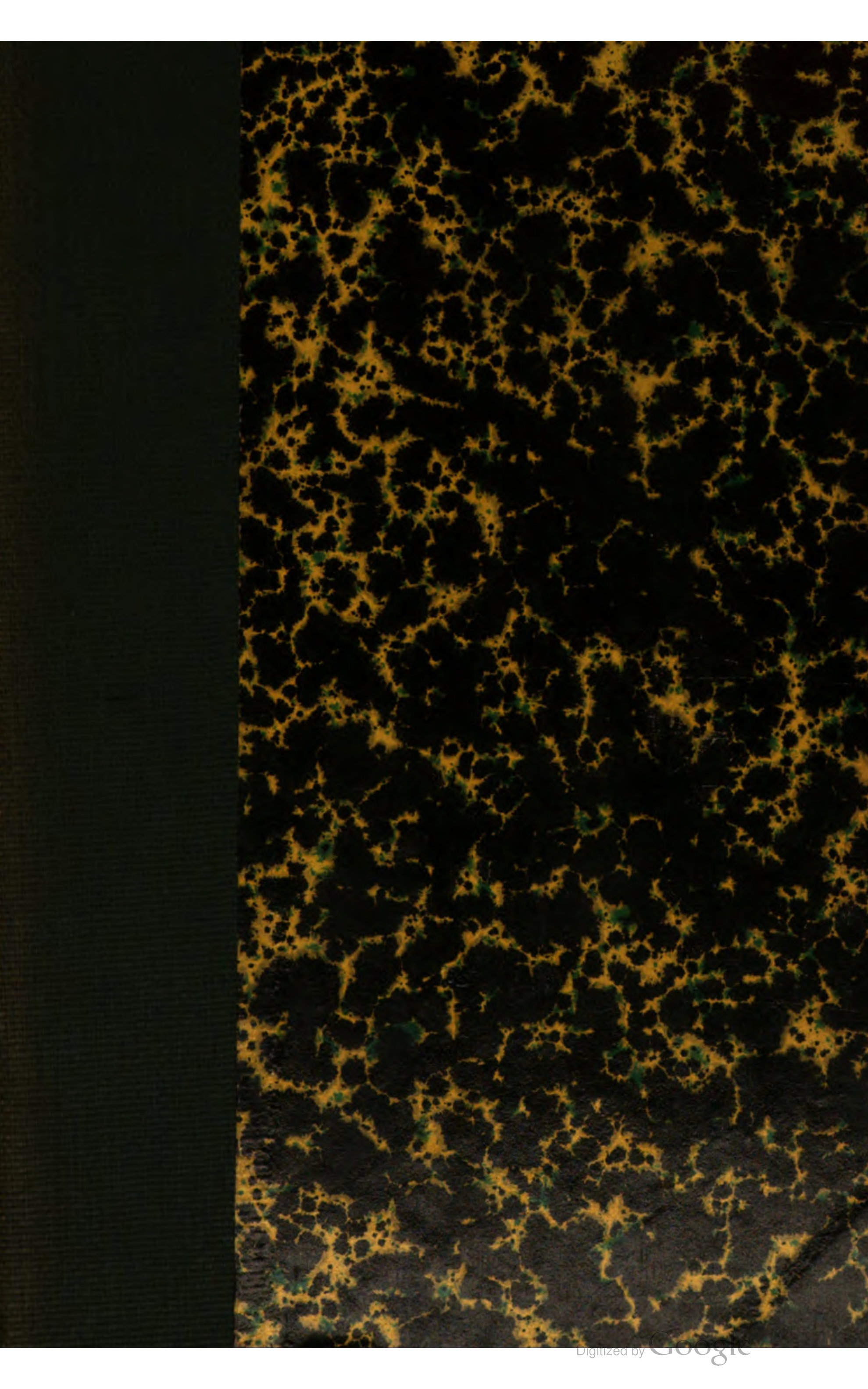




Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

Erlangen.

---

28. Heft.

1896.

ERLANGEN.
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).
1897.

Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in



Erlangen.

28. Heft.

1896.

ERLANGEN.
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).
1897.

Inhaltsverzeichnis.

Stand der Mitglieder

am 31. Dezember 1896.

54 ordentliche, 37 Ehren- und 87 korrespondierende Mitglieder.

In der folgenden Liste stehen die Abkürzungen: O.M. für ordentliches, K.M. für korrespondierendes, E.M. für Ehrenmitglied. Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Zeit der Ernennung.

A. Ordentliche Mitglieder.

Albert R. Dr., Assistent, 1895.
Aldinger J. Dr., Assistent, 1894.
Apitzsch H. Dr., Assistent. 1896.
Becker K. Dr., Assistent, 1895.
Beckmann E. Dr., Professor, 1893.
Bischoff O. Dr., prakt. Arzt, 1893.
Blanckenhorn M. Dr., Privatdozent, 1890.
Böttiger A., Apotheker, 1863.
Brommer M., Apotheker, 1885.
Busch M. Dr., Privatdozent, 1890.
Elterlein A. v. Dr., Hauptmann a. D., Assistent, 1895.
Eversbusch O. Dr., Professor, 1886.
Fischer O. Dr., Professor, 1885.
Fleischer R. Dr., Professor, 1877.
Fleischmann A. Dr., Professor, 1886.
Friedenthal H. Dr., Assistent, 1896.
Fritsch O. Dr., prakt. Arzt, 1888.
Frommel R. Dr., Professor, 1887.
Fuchs G. Dr. phil., 1895.
Gerlach L. Dr., Professor, 1874.
Gordan P. Dr., Professor, 1874.
Graser E. Dr., Professor, 1884.
Hauser G. Dr., Professor, 1881.
Heineke W. v. Dr., Professor, 1867.
Hermann F. Dr., Professor, 1884.

Hetzel W. Dr., prakt. Arzt, 1862.
Hubrich K. Dr., Assistent, 1896.
Kiesselbach W. Dr., Professor, 1877.
Koeberlin H. Dr., Oberarzt, 1885.
Lenk H. Dr., Professor, 1895.
Limpach L. Dr., Hofapotheker, 1893.
Maurer A. Dr., kgl. Bezirksarzt, 1862.
Melzer Herm. Dr., Assistent, 1896.
Noether M. Dr., Professor, 1875.
Paal C. Dr., Professor, 1887.
Pechuël-Loesche E. Dr., Professor, 1895.
Penzoldt F. Dr., Professor, 1874.
Reckleben H. Dr., Assistent, 1896.
Reess M. Dr., Professor, 1872.
Reess W. Dr., Assistent, 1896.
Rosenthal I. Dr., Professor, 1872.
Rosenthal W. Dr., 1896.
Rosenthal Jos. Dr., 1896.
Schmidt G. C. Dr. phil., 1893.
Schneider F. Dr., Hofzahnarzt, 1887.
Schulz O. Dr., Assistent, 1889.
Simon H. Th. Dr., Assistent, 1894.
Specht G. Dr., Oberarzt, 1891.
Spuler A. Dr., Privatdozent, 1894.
Stolberg K. Dr., Assistent, 1893.
Strümpell A. v. Dr., Professor, 1886.
Wiedemann E. Dr., Professor, 1886.
Zeeh H. Dr., Assistent, 1895.
Zenker F. A. v. Dr., Professor, 1863.

Eingetreten sind in der Zeit vom 1. Januar 1896 bis zum 31. Dezember 1896 die Herren:

Apitzsch, Friedenthal, Hubrich, Melzer, Reckleben, Reess, Rosenthal W., Rosenthal Jos.

Ausgetreten sind in derselben Zeit die Herren:

Bacharach, Büttner, Bumm, J. v. Gerlach, Knoblauch, Mohr, Oebbeke, Selenka, Stock.

B. Ehrenmitglieder.

Seine Königliche Hoheit Dr. Karl Theodor, Herzog in Bayern, 1888.

Baeyer A. v., Professor der Chemie, München, 1883.

Berthelot M. P. E., Professor der Chemie, Paris, K.M. 1860, E.M. 1895.

Brioschi F., Direktor des Polytechnikums, Mailand, K.M. 1877, E.M. 1878.

Bunsen R. v., Excellenz, Professor der Chemie, Heidelberg, K.M. 1845, E.M. 1883.

Cremona Luigi, Direktor der Scuola per gli Ingegneri, Rom, 1896.

Ehlers E., Professor der Zoologie, Göttingen, O.M. 1869, E.M. 1874,

Fischer E., Professor der Chemie, Berlin, O.M. 1882, K.M. 1886, E.M. 1895.

Fuchs L., Professor der Mathematik, Berlin 1896.

Gegenbaur C., Professor der Anatomie, Heidelberg, 1883.

Gerhardt C., Professor der int. Medizin, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1887.

Hermite Chr., Professor der Mathematik, Paris, 1883.

Hilger A., Professor der Chemie, München, O.M. 1872, E.M. 1893.

Kohlrausch F., Professor, Präsident der physik. techn. Reichsanstalt, Charlottenburg, K.M. 1883, E.M. 1896.

Klein F., Professor der Mathematik, Göttingen, O.M. 1872, E.M. 1875.

Koch R., Professor, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1895.

Kölliker A. v., Professor der Anatomie, Würzburg, K.M. 1851, E.M. 1883.

Kussmaul A., Professor der Medizin, Heidelberg, O.M. 1859, K.M. 1863, E.M. 1883.

Leube W. v., Professor der Medizin, Würzburg, O.M. 1868, E.M. 1886.

Lister J., Professor der Chirurgie, London 1883.

Lommel E. v., Professor der Physik, München, O.M. 1869, E.M. 1886.

Marey E. J., Professor der Physiologie, Paris, 1878.

Michel J. v., Professor der Augenheilkunde, Würzburg, O.M. 1873, K.M. 1878, E.M. 1895.

Pettenkofer M. v., Professor der Hygiene, München, K.M. 1851, E.M. 1883.

Recklinghausen F. v., Professor der pathol. Anatomie, Strassburg, 1896.

Sachs J. v., Professor der Botanik, Würzburg, K.M. 1883, E.M. 1889.

Sandberger F. v., Professor der Mineralogie, München 1878.

Sattler H., Professor der Augenheilkunde, Leipzig, O.M. 1879, K.M. 1886, E.M. 1895.

Selenka E., Professor der Zoologie, München, O.M. 1874, E.M. 1896.

Spencer-Wells Sir T., Professor der Chirurgie, London, 1883.

Thomson Sir W., Lord Kelvin, Professor der Physik, Glasgow, 1878.

Virchow R., Professor der path. Anatomie, Berlin, K.M. 1851, E.M. 1858.

Voit C. v., Professor der Physiologie, München. K.M. 1963, E.M. 1883.

Wiedemann G., Professor der Physik, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1888.

Wislicenus J., Professor der Chemie, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1895.

Ziemssen H. v., Professor der Medizin, München, O.M. 1863, E.M. 1878.

Zweifel P., Professor der Gynäkologie, Leipzig, O.M. 1876, E.M. 1887.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre Ehrenmitglieder Beyrich, Dubois-Reymond, Gerlach, Kekulé, Seidel.

C. Korrespondierende Mitglieder.

Arnold J., Professor der patholog. Anatomie, Heidelberg, 1896.

Arrhenius S., Professor der Chemie, Stockholm, 1895.

Bauer G., Professor der Mathematik, München, 1889.

Bäumler Ch., Professor der Medizin, Freiburg i/Br., O.M. 1872. K.M. 1874.

Bertoni G., Professor der Chemie, Livorno, 1895.

Bokorny Ph., Gymnasial-Professor, München, O.M. 1888. K.M. 96.

Boström E., Professor der pathol. Anatomie, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1881.

Brill A., Professor der Mathematik, Tübingen, 1894.
Buchner L. A., Professor der Pharmacie, München, 1853.
Claus A., Professor der Chemie, Freiburg i/B., 1870.
Cohn F., Professor der Botanik, Breslau, 1861.
Curtius Th., Professor der Chemie, Kiel, O.M. 1886. K.M. 96.
Dareste C., Professor, Paris, 1886.
Dejerine J., Professor, Médecin de l'hospice de Bicêtre, Paris, 1895.
Delpino F., Professor der Botanik, Neapel, 1875.
Duncan Dr., Professor der Gynaekologie, London, 1883.
Ebert H., Professor der Physik, Kiel, O.M. 1887, K.M. 1894.
Eberth C., Professor der path. Anatomie, Halle a/S., 1895.
Ernst A., Direktor des botan. Gartens, Caracas, 1875.
Fick A., Professor der Physiologie, Würzburg, 1869.
Filehne W., Professor der Pharmakologie, Breslau, OM. 1874, K.M. 1886.
Fittig R., Professor der Chemie, Strassburg i/E., 1888.
Flemming W., Professor der Anatomie, Kiel, 1888.
Foster B., Professor der Medizin, Birmingham, 1866.
Fresenius C. R., Professor der Chemie, Wiesbaden, 1857.
Geinitz H. B., Professor der Geologie, Dresden, 1861.
Golgi C., Professor der Anatomie, Pavia, 1895.
Groth P., Professor der Mineralogie, München, 1888.
Günther S., Professor der Geographie, München, OM. 1873, K.M. 1874.
Hansen A., Professor der Botanik, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1882.
Hasse E., Professor der Medizin, Göttingen, 1844.
Heller A., Professor der Medizin, Kiel, OM. 1869, K.M. 1872.
Hertwig O., Professor der Anatomie, Berlin, 1889.
Hertwig R., Professor der Zoologie, München, 1889.
Hoyer H., Professor der Histologie und Entwickelungsgeschichte, Warschau, 1884.
Hubrecht A., Professor der Zoologie, Utrecht O.M. 1874, K.M. 1875.
Immermann H., Professor der spez. Pathologie und Therapie, Basel, O.M. 1866, K.M. 1871.
Karrer F., Direktor der Irrenanstalt Klingenmünster, O.M. 1872, K.M. 1883.
Kjerulf Th., Professor der Mineralogie und Geologie, Christiania, 1882.

Knoblauch O., Privatdozent, Leipzig, OM. 1889, K.M. 1896.
Knorr L., Professor der Chemie, Jena, O.M. 1883, K.M. 1886.
Kupffer C. v., Professor der Anatomie, München, 1896.
Königs W., Professor der Chemie, München, 1888.
Krause W., Professor der Anatomie, Berlin, 1861.
Kries J. v., Professor der Physiologie, Freiburg i/Br., 1889.
Kühne W., Professor der Physiologie, Heidelberg, 1886.
Lépine, Professor der Medizin, Lyon, 1888.
Lieben A., Professor der Chemie, Wien, 1870
Liebermeister C. v., Professor der Medizin, Tübingen, 1866.
Limpricht H., Professor der Chemie, Greifswald, 1856.
Luciani L., Professor der Physiologie, Rom, 1895.
Lüroth J., Professor der Mathematik, Freiburg i/Br., 1883.
Marchand F., Professor der pathol. Anatomie, Marburg, 1896.
Meissner G., Professor der Physiologie, Göttingen, 1860.
Meyer V., Professor der Chemie, Heidelberg, 1883.
Mosso A., Professor der Physiologie, Turin, 1895.
Müller F. Baron v., Direktor des bot. Gartens, Melbourne, 1860.
Müller W., Professor der path. Anatomie, Jena, O.M. 1856. K.M. 1861.
Öbbeke K., Prof. der Mineralogie, München, O.M. 1887. K.M. 1896.
Ost H., Professor der Chemie, Hannover, 1889.
Ostwald W., Professor der physikalischen Chemie, Leipzig, 1895.
Oudemans C. A. J. A., Professor der Botanik, Amsterdam, 1861.
Pechmann H. Frhr. v., Professor der Chemie, Tübingen, 1889.
Prym F., Professor der Mathematik, Würzburg, 1883.
Raymond F., Professor, Médecin de la Salpêtrière, Paris, 1895.
Retzius G., Professor der Anatomie, Stockholm, 1895.
Richthofen F. Frhr. v., Professor der Geographie, Berlin, 1883.
Rindfleisch G. E., Professor der pathologischen Anatomie, Würzburg, 1883.
Röhring, Oberstabsarzt a. D., Nürnberg, OM. 1886. K.M. 96.
Röntgen W. C., Professor der Physik, Würzburg, 1889.
Rothmund A. v., Professor der Ophtalmologie, München. 1887.
Sarasin Ed., Grand Saconnet, Genf, 1896.
Saemisch Th., Professor der Ophthalmologie, Bonn, 1887.
Schwalbe G., Professor der Anatomie, Strassburg i/E., 1886.
Schweinfurth Dr. G., Kairo, 1865.
Sohnke L., Professor der Physik, München, 1889.

Sonderegger Dr., St. Gallen, 1883.
Steiner J. Dr., Arzt, Cöln, O.M. 1876, K.M. 1879.
Strasburger E., Professor der Botanik, Bonn, 1883.
Suringar R., Professor der Botanik, Leyden, 1865.
Ullrich H., Direktor der Irrenanstalt Kaufbeuren und Irsee, O.M. 1874, K.M. 1888.
Volhard J., Professor der Chemie, Halle, O.M. 1879, K.M. 1882.
Vongerichten E. v. Dr., Strassburg i/E., O.M. 1873, K.M. 1883.
Weyl Th. Dr., Berlin-Charlottenburg, O.M. 1879, K.M. 1883
Zahn F. W., Professor der pathol. Anatomie, Genf, 1896.
Zittel C. A. v., Professor der Palaeontologie, München, 1883.
Zuntz, Professor der Physiologie, Berlin, 1889.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihr korrespondierendes Mitglied N. Rüdinger.

Vorstand.

Vom 1. Mai 1895 an besteht derselbe aus den Herren:
L. Gerlach, I. Direktor,
Wiedemann, II. Direktor,
Busch, I. Sekretär,
Simon, II. Sekretär,
Böttiger, Kassier.

Tauschverkehr.

Zu den Gesellschaften, mit welchen die Societät in Tauschverkehr steht, sind im Laufe des Jahres 1895 hinzugetreten:
Arcachon, Société scientifique et station zoologique.
La Plata, Facultad de agronomia y veterinaria.
Stockholm, Entomologiska Förening.

Zusendungen von Büchern etc. für die Gesellschaft wolle man direkt an die Societas Physico-Medica zu Erlangen richten, welche, sofern nicht besondere Empfangsanzeige verlangt wird, für eingegangene Schriften nur in dem folgenden Verzeichnisse dankt.

Verzeichnis

der vom 1. Januar bis 31. Dezember 1896 eingelaufenen Druckschriften:

A) im Tauschverkehr.

Amsterdam, Koninklijke Akademie van Wetenschappen: Jaarboek 1895. Verslagen van de Zittingen 4 (1895/96) — Prijsvers 1896.

Arcachon, Société scientifique et station zoologique: Travaux 1895.

Augsburg, Naturhistorischer Verein für Schwaben und Neuburg: Bericht 32 (1896).

Aussig, Naturwissenschaftlicher Verein: Thätigkeitsbericht.

Baltimore, American Chemical Journal 16 (1894), Nr. 7. 8. 17 (1895), Nr. 1—10. 18 (1896), Nr. 1—6.

— Johns Hopkins University, Biological Laboratory: Studies.

Bamberg, Naturforschende Gesellschaft: Verhandlungen 11, Nr. 2.

Basel, Naturforschende Gesellschaft: Verhandlungen 11, Nr. 2.

Batavia, Natuurkundig Vereeniging in Nederl.-Indië: Tijdschrift 55 (1896). — Boekwerken f. 1895. Supplem.-Catalogus 1883—1893. Vordrachten Nr. 1.

Bergen, Bergens Museum: Aarbog 1894/95. — Sars, G. O.: An Acconnt of the Crustacea of Norway II.

Berlin, Akademie der Wissenschaften: Sitzungsberichte 1895, Nr. 39—53. 1896, Nr. 1—39; Mathematische und naturwissenschaftliche Mitteilungen 1895, Nr. 10. 1896, Nr. 1—9.

— Botanischer Verein der Provinz Brandenburg: Verhandlungen 37 (1895).

— Deutsche chem. Gesellschaft: Berichte 28 (1895), Nr. 19, 20. 29 (1896), Nr. 1—17.

— Geol. Landesanstalt und Bergakademie: Jahrbuch 15 (1894).

— Verein für innere Medizin: Verhandlungen 15 (1895/96). Verzeichniss der Büchersammlung.

— Deutsche Medizinalzeitung: XVII (1896), Nr. 1—103. Notizkalender 11 (1896), Nr. 1—4.

— Medizinische Gesellschaft: Verhandlungen 26 (1895).

— Gesellschaft naturforschender Freunde: Sitzungsberichte 1895.

Berlin, Physikalische Gesellschaft: 11 (1892) — 15 (1896), Nr. 5.
— Physiologische Gesellschaft:
— Polytechnische Gesellschaft: Polytechnisches Centralblatt 8 (1895/96), Nr. 6—37. 9 (1896/97), Nr. 1—6.

Bern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen.

Bonn, Naturhistorischer Verein für die preussischen Rheinlande und Westphalen: Verhandlungen 52 (1895), Nr. 2. 52 (1896), Nr 1. — Sitzungsberichte 1895, Nr. 2. 1896, Nr. 1.

Bordeaux, Société des Sciences physiques et naturelles: Mémoires Sér. IV, t. 5 u. App.

Boston, American Academy of Arts and Sciences: Proceedings 30 (1894/95).
— Society of Natural History: Proceedings 26, Nr. 4. 27, Nr. 1—6.

Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften:

Bremen, Naturwissenschaftlicher Verein: Abhandlungen XIII, Nr. 3. XIV, Nr. 1.

Breslau, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur: Jahresbericht 73 (1895) nebst Ergänzungsheft.

Brünn, Naturforschender Verein: Verhandlungen 33 (1894). — Bericht der meteorologischen Commission 13 (1893).

Brüssel, Académie Royale de Médecine de Belgique: Bulletin 9 (1895), Nr. 11. 10 (1896), Nr. 1—10.
— Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.
— Société Entomologique de Belgique: Annales.
— Société Royale de Botanique de Belgique: Bulletin 34 (1895).

Budapest, Ungarische Akademie der Wissenschaften: Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn 12 b. 13 a. — Értekezések a természettudományok köréből. — Értekezések a mathematikai tudományok köréből. — Mathematikai és természettudományi Értesitö 13, Nr. 3—5. 14, Nr. 1, 2. — Rapport 1895. — Czimjegyzéke 1831—1895.

Buenos Aires, Museo Nacional: Anales 4 (1895).

Bukarest, Societatii de Sciinte Fizice: Buletinul 4 (1895), Nr. 11—12. 5 (1896), Nr. 1—11.

Cambridge (Mass.), Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Bulletin 27, Nr. 7. 28, Nr. 2, 3. 29, Nr. 1—6. 20, Nr. 1. Report: 1894/95.

Chemnitz, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht.

Cherbourg, Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques: Mémoires Sér. III Nr. 9.

Christiania, Kgl. Universität:

Chur, Naturforsch. Gesellschaft Graubündens: Jahresbericht 39 (1895/96) mit Beilage.

Córdoba, Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina: Boletin 14, Nr. 3. 4.

Danzig, Naturforschende Gesellschaft: Schriften 9, Nr. 1.

Dorpat siehe Jurjew.

Dresden, Gesellschaft für Natur- und Heilkunde: Jahresbericht 1895—96.

— Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte 1895 a. b. 1896 a.

Dublin, Royal Dublin Society: Proceedings 8, Nr. 3. 4. — Transactions 5, Nr. 5—12. 6, Nr. 1.

— Royal Irish Academy: Proceedings 3, Nr. 4. 5. — Transactions 30, Nr. 15—20. — List of the Members 1895. 1896.

Dürkheim, Pollichia: Mitteilungen 8 (1894). 9 (1895).

Edinburg, Royal College of Physicians:

— Botanical Society: Transactions.

— Physical Society: Proceedings 1894/95.

— Royal Society: Proceedings 20 (1893/95). — Transactions 37, Nr. 3. 4. 38, 1. 2.

Elberfeld, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht 8 (1896).

Emden, Naturforschende Gesellschaft: Jahresbericht 80 (1894/95).

Florenz, Biblioteca Nazionale Centrale: Bollettino delle pubblicazioni italiane Nr. 240—263.

— Istituto di Studi Superiori: Pubblicazioni: Sezione di medic. e chirurgia, 9 Vol. 5, Nr. 1. 2. 13. Sezione di scienze fisiche e naturali 17. 18.

— Società Botanica Italiana: Bullettino. — Nuovo Giornale Botanico.

Frankfurt a. M., Aerztlicher Verein: Jahresbericht über die Verwaltung des Medizinalwesens, die Kranken-Anstalten und die öffentlichen Gesundheitsverhältnisse der Stadt Frankfurt a. M. 39 (1895). Tabellarische Mitteilungen betreffend den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M.

— Senckenbergische Naturforsch. Gesellschaft: Bericht 1896. Abhandlungen 19, Nr. 2—4. 22.

— Physikalischer Verein: Jahresbericht 1894/95. u. Ziegler-König, Klima v. Frankfurt.

Frankfurt a. O., Naturwissenschaftlicher Verein: Helios. Monatliche Mitteilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften 13 (1895), Nr. 7—12. — Societatum Litterae 9 (1895), Nr. 10—12. 10 (1896), Nr. 1—6.

Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft: Mittheilungen 12 (1896).

Freiburg i. B., Naturforschende Gesellschaft: Berichte.

St. Gallen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht 1893/94.

Genf, Société de Physique et d'Histoire Naturelle: Compte rendu 12 (1895).

Gent, Kruidkundig Genootschap Dodonaea:

Genua, Accademia Medica: Bolletino.

— Museo Civico di Storia Naturale: Annali 16.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde:

Görlitz, Naturforschende Gesellschaft: Abhandlungen 21 (1895).

Göttingen, Gesellsch. der Wissenschaften: Nachrichten Math. phys. Kl. 1895, Nr. 4. 1896, Nr. 1. 2.

— Geschäftliche Mitteilungen 1896, Nr. 1—3.

Graz, Verein der Aerzte in Steiermark: Mitteilungen 31 (1894). 32 (1895).

— Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark: Mitteilungen 32 (1895).

Greifswald, Naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen: Mitteilungen 27 (1895).

Haarlem, Musée Teyler: Archives Sér. II, Vol. 5, Nr. 1. 2.

— Société Hollandaise des Sciences: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles 29 (1895), Nr. 4. 5. 30 (1896), Nr. 1—3.

Halifax, New Scotian Institute of Science: Proceedings and Transactions Ser. II, Vol. 1, Nr. 4. Vol. 2, Nr. 1.

Halle a. S., Kaiserl. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher: Leopoldina 31, Nr. 23. 24. 32 (1896) Nr. 1—11.

— Naturforschende Gesellschaft:

— Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für Naturwissenschaften 68 (1895), Nr. 3—6.

Hamburg, Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg: Verhandlungen III. Folge, 3 (1895). — Abhandlungen XIV (1896).

— Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung: 8 (1891/93). 9 (1894/95).

Hanau, Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde:

Hannover, Naturhistorische Gesellschaft: Jahresbericht.

Heidelberg, Naturhistorisch-Medizinischer Verein: Verhandlungen 5, Nr. 4

Helsingfors, Societas pro Fauna et Flora Fennica: Acta 5, P. 3. 9—12. Notiser N. S. 11. — Herbarium Musei Fennici II, ed. 2. — Meddelanden 19—21.

— Societas Scientiarum Fennica: Acta. — Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk. — Öfversigt 37 (1894/95). — Observations publiées par l'Institut Météorologique Central 13 Nr. 1. — Observations météorologiques 1881/90 t. supplém.

— Société de géographie de Finlande: Travaux F. 13.

Jekaterinburg, Société Ouralienne de Médecine: Mémoires IV (1895), Nr. 1.

Innsbruck, Naturwissenschaftl.-Medizin. Verein: Berichte.

Jurjew, Naturforschende Gesellschaft: Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands Serie II, Bd. 11, Nr. 1. — Sitzungsberichte 11, Nr. 1. — Schriften 9.

Karlsruhe, Naturwissenschaftlicher Verein: Verhandlungen 11.

Kasan, Société Physico-Mathématique: Bulletin Sér. II, T. 5, Nr. 3.

Kassel, Verein für Naturkunde: Abhandlungen und Bericht 41.

Kiel, Naturwissenschaftlicher Verein in Schleswig-Holstein:

Kiew, Société des Naturalistes:

Klausenburg, Siebenbürgischer Museumsverein: Értesitö 20 (1895) II, 3. 21 (1896) I, 1. II, 1. III, 1.

Königsberg i. Pr., Physikalisch-Oekonomische Gesellschaft: Schriften 36 (1895).

Kopenhagen, K. Danske Videnscabernes Selskab: Oversigt 1895, Nr. 3. 4. — Bulletin 1895, Nr. 3. 4. 1896. Nr. 1—5.

Naturhistorisk Forening: Meddelelser 1895.

Mediciniske Selskab: Forhandlinger 1895/96.

Landshut, Botanischer Verein: Bericht 14 (1894/95).

La Plata, Facultad de Agronomia y Veterinaria: Revista: Nr. 11—20.

Lausanne, Société Vaudoise des Sciences Naturelles: Bulletin 118—121.

Leipzig, Jablonowskische Gesellschaft:

Naturforschende Gesellschaft:

Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch-Physikal. Klasse: Berichte 1895, Nr. 5—6. 1896, Nr. 1—3.

Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde: 14 (1896).

Medizinische Gesellschaft: Berichte 1894/95. — Festschrift f. B. Schmidt.

London, Nature Nr. 1366—1417.

Mathematical Society: Proceedings 528—569. — List of Members 1895/96. 1896/97.

Royal Society: Proceedings 353—364. — Transactions 186 (1895), A. B. — List of Members. 1895.

Lüneburg, Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstentum Lüneburg:

Lüttich, Société Royale des Sciences de Liége:

Luxemburg, Institut Grand Ducal, Section des Sciences Naturelles Mathém.: Publ. 24 (1896).

Société Botanique du Grand-Duché de Luxembourg.

Madison (Wisc.), Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters Transactions 10 (1894/95).

Magdeburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht und Abhandlungen. 1894, II—1896.

Mailand, Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere: Rendiconti 28 (1895).

Società Italiana di Scienze Naturali: Atti 35, Nr. 3. 4. 36, Nr. 1. 2.

Marburg, Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften: Sitzungsberichte 1894. 1895.
Marseille, Annales de la Faculté des Sciences V, 1—4. VI, 1—3. VII.
Melbourne, Royal Geographical Society of Australia: Transactions.
Meriden, Scientific Association VII (1895).
Milwaukee (Wisc.). Public Museum of the City: Report 8 (1889/90). — 11 (1892/93). 13 (1894/95).
Minnesota, Geological and Natural Survey of Minnesota: Bulletin. — Report 22 (1893). 23 (1894).
Moskau, Société Impériale des Naturalistes: Bulletin 1895, Nr. 3. 4. 1896, Nr. 1—2.
München, Gesellschaft für Morphologie und Physiologie: Sitzungsberichte.
— Medizin.-Klinisches Institut:
— Aerztlicher Verein: Sitzungsberichte 5 (1895).
— Wochenschrift für Tierheilkunde und Viehzucht.
Münster i. W., Westfäl. Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst: Jahresbericht 23. (1894/95).
Neapel, Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche (Sezione della Società Reale di Napoli): Rendiconto 34. (Ser. III, Vol. 1, 1895), Nr. 12. 35. (Ser. III. Vol. 2, 1896), Nr. 1—10.
— Zoologische Station: Mitteilungen 12, Nr. 2. 3.
Neuchâtel: Société des Sciences Naturelles:
New-York, Academy of Sciences: Annals 5 Extranr. 1—3 u. Index. 8, Nr. 6—12. 9, Nr. 1—3. — Transactions 14. (1894/95). — Memoirs I, 1.
Nürnberg, Medizinische Gesellschaft und Poliklinik: Jahresbericht 1895.
— Naturhistorische Gesellschaft: Abhandlungen 10, Nr. 4.
— Aerztlicher Verein: Sitzungs-Protokolle 1895.
— Germanisches Nationalmuseum: Anzeiger 1895. — Mitteilungen 1895. — Atlas zum Katalog der Holzstöcke v. XV.—XVIII. Jahrh.
Odessa, Société des Naturalistes de la Nouvelle Russie: Mémoires 20, Nr. 1. Mathem. Abth. 15. 17.
Offenbach, Verein für Naturkunde:
Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein:
Palermo, Circolo Matematico: Annuario 1896. — Rendiconti 10 (1896), Nr. 1—6.
Paris, Société de Biologie: Comptes rendus et Mémoires 1896, Nr. 1—34.
— Société Linnéenne: Bullertin 152—159.
— Société Zoologique de France: Bulletin 21 (1896), Nr. 3.
Passau, Naturhistorischer Verein:
Perugia, Accademia Medico-Chirurgica: Atti e Rendiconti 7, Nr. 2—4. 8, Nr. 1. 2. 4.

Petersburg, Académie des Sciences: Bulletin.
Hortus Petropolitanus: Acta XIV, 1. XV, 1.—Scripta IV, 1. V, 2. VI.
Société des Naturalistes: Section de Botanique, Bulletin. — Comptes rendus 1895 Nr. 5—8. 1896 Nr. 1. 3. 4. — Section de Botanique, Travaux 26. — Section de Géologie et de Minéralogie, Travaux 21,2. — Section de Zoologie et de Physiologie, Travaux 25, 2. 26, 1.

Philadelphia, Academy of Natural Sciences: Proceedings 1895, Nr. 1—3. 1896, Nr. 1.
College of Physicians: Transactions Ser. 3, Vol. 17.
Wagner Free Institute of Science: Transactions 4 (1896, Jan.)
American Philosophical Society: Proceedings 147—150.

Pisa, Scuola Normale Superiore (Scienze Fisiche e Matematiche):

Prag, Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften: Jahresbericht 1895. — Sitzungsberichte (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse) 1895. I. II.
Lese- und Redehalle der deutschen Studenten: Bericht 1895

Regensburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Berichte 5 (1894/95).

Riga, Naturforscher-Verein: Correspondenzblatt 38 (1895).

Rochester, Academy of Sciences: Proceedings Vol. 2 Nr. 3. 4. Vol. 3, Nr. 1.

Rom, Accademia dei Lincei: Rendiconti (Classe di Scienze Fisiche etc.) 1895, Semestre II., Nr. 12. 1896, Semestre I, Nr. 1—12, Semestre II, Nr. 1—12.
Accademia Medica:
Gazetta Chimica Italiana 25 (1895) II, Nr. 6. 26 (1896), I, Nr. 1—6. II, Nr. 1—6.

Salem, Essex Institute: Naturalist.

San Francisco, California Academy of Sciences: Proceedings 4, Nr. 2. 5, Nr. 1. 2.

Santiago, Société Scientifique du Chile: Actes 2 (1892ff.), Nr. 5. 5 (1895), Nr. 1—4. 6 (1896). Nr. 1. — Congreso cientifico 1894.
Deutscher Wissenschaftlicher Verein: Verhandlungen Bd. 3, H. 3. 4.

Stockholm, Svenska Vetenskaps-Akademie: Bihang 20 (1895), Nr. 1—4. 21 (1896), Nr. 1—4. — Handlingar 27 (1895/96). — Öfversigt af Förhandlingar 52 (1895). — Entomologiska Förening: Tidskrift 16 (1895). 17 (1896).

Stuttgart, Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte 52 (1895).

Thorn, Coppernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst: Mitteilungen 10. 11. — Jahresbericht 1895/96.

Tokio, Medizinische Fakultät der Kaiserl. Japanischen Universität: Mitteilungen III, 2.

Toulouse, Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres: Mémoires Sér. IX, t. VII (1895).

Triest, Museo Civico di Storia Naturale:

— Società Adriatica di Scienze Naturali: Bolletino 16 (1895).

Tufts College (Mass.): Studies 4.

Turin, R. Accademia delle Scienze (Scienze Fisiche, Matematiche, Naturali): Atti 31, Nr. 1—15. — Memorie Ser. II, Vol. 45. 46. Osservazioni Meteorologiche 1895.

Ulm, Verein für Mathematik und Naturwissenschaften: Jahreshefte 7 (1895).

Upsala, Läkareförening: Förhandlingar N. F. 1. 1—8.

Utrecht, Provincial Utrechtsch Genootschap: Aanteekeningen 1895. Verslag 1895.

Washington, National Academy of Sciences: Memoirs.

— Smithsonian Institution: Miscellaneous Collections. — Report.

— Library of the Surgeon Generals Office:

Wernigerode, Naturwissenschaftl. Verein des Harzes: Schriften 10 (1895).

Wien, Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse): Sitzungsberichte, von Abteilung IIa. IIb. III je Band 104, Nr. 1—10.

— Zoolog.-Botan. Gesellschaft: Verhandlungen 45 (1895), 46 (1896), Nr. 1—9.

— Naturhistorisches Hofmuseum: Annalen 10 (1895). Nr. 3. 4. 11 (1896), Nr. 1. 2.

— Geologische Reichsanstalt: Jahrbuch. — Verhandlungen 1895, Nr. 14—18. 1896, Nr. 1—12.

— Naturwissenschaftl. Verein an der Universität: Mitteilungen.

— Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse: Schriften 36 (1895/96).

Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde: Jahrbücher 49 (1896).

Würzburg, Physikal.-Medizinische Gesellschaft: Sitzungsberichte 1895. — Verhandlungen 29 (1895).

Zürich, Naturforschende Gesellschaft: Neujahrsblatt 1896. — Vierteljahrschrift 40 (1895), Nr. 3. 4. 41.

Zwickau, Verein für Naturkunde: Jahresbericht 1895.

B) als Geschenk.

Henry, Frederick P.: The Preparation of Food for Invalids. O. O. u. J.

— The Diagnosis of Tubercular Peritonitis. . . . [Reprinted from Internat. Clinics, Vol. IV. Fifth Ser. 3] O. O. u. J.

— The Diagnosis and Treatment of Functional Disorders of the Stomach. From the Medical News 1889.

— Antiseptic Medication. Reprint. from the Transactions of the Association of American Physicians Sept., 1888. Philadelphia, 1888.

Henry, Frederick P.: Aneurism of first Portion of the Arch of the Aorta, communicating with the Pulmonnry Artery '(Spontaneous Varicose Aneurism of Thurman)'. (Reprint from the University Medical Magazine, Jul., 1889. O. O. u. J.

— Digitalis in Valvular Disease of the Heart. ('[From the Medical and Surgical Reporter Nov. 22, 1890.]'). O. O. u. J.

— A Case of Myxaedematoid Dystrophy '(Paratrophy)'. Reprint from the Journal of Nervous and Mental Disease, March, 1891. O. O. u. J.

— Remarks on the Pathology of the Blood. Reprint from University, Febr., 1893. O. O. u. J.

— Clinical Report of Two Cases of Raynaud's Disease. From the American Journal of the Medical Sciences. July, 1894. O. O. u. J.

— Report of a Case of Indigenous Parasitic Chyluria with Filaria Nocturna in the Blood. From the Medical News. May 2, 1896.

Bertoni, Giacomo: Contributo allo studio delle combinazioni della benzoilglicina colle aldeidi a nota acido benzoilammidoacetico e furfurolo (Estr. dal. II volume dell' Annuario del Laboratorio di chimica generale e tecnologica della R. Accademia navale in Livorno dir. dal Prof. Giacomo Bertoni. Milano 1895.

Noble, Charles P.: Symphysiotomy versus the Induction of Premature Labour . . . Reprinted of the Americ. Journal of Obstetrics . . . 1894.

— The Diagnosis of Pregnancy during the first 3 months . . . (Reprinted from the Transactions of the Philadelphia County Medical Society 1894.)

— Technique of Emptying the Uterus in Inevitable Abortion . . . Reprinted from Codex medicus, Dez. 1895.

— A Consideration of some of the newer problems in Abdominal and Pelvic Surgery . . . (Reprinted of the Americ. Journal of Obstetrics 1895).

— A Consideration of Certa in Doubtful Points in the Management of Abortion . . . Reprinted from the Therapeutic Gazette 1896.

— Drainage Versus Radical Operation in the Treatment of Large Pelvic Abscesses . . . Reprinted from the Journal of the Americ. Medic. Association 1896.

— Movable Kidney . . . Reprinted from Gaillard's Medical Journal. O. J.

Revista Chilena de Hijiene p. p. el Instituto de Hijiene de Santiago . . . Santiago. Tome 2 Nr. 4—7.

Sitzungen.

Die physikalisch-medizinische Societät hielt vom 1. Januar 1896 bis zum 31. Dezember acht Sitzungen ab, deren wissenschaftliches Material in den nachstehenden Sitzungsberichten niedergelegt ist.

Verzeichnis der in den Sitzungen gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 13. I. 96.

L. Gerlach: Demonstration eines Zwergfellbruches.

A. Spuler: Ueber die Entstehung von Bindegewebsfasern.

O. Schulz: Kurze Mitteilung über das Verhalten des C. Paal'schen bromwasserstoffsauren Glutinpeptons im tierischen und menschlichen Organismus.

H. Simon: Ueber elektrische Versuche des Herrn W. Hoffmann und ihre Beziehung zu den Röntgenstrahlen.

Sitzung am 10. II. 96.

C. Paal: Ueber teilweise Desazotierung der Glutinpeptone.

E. Graser: Ueber die Schilddrüse.

H. Simon: Demonstration weiterer Röntgen-Photogramme.

Sitzung am 9. III. 96.

M. Busch: Ueber Derivate des Hydrosulfamins.

Isidor Rosenthal: Ueber Acetylengas und neuere Beleuchtungsmethoden.

M. Blanckenhorn: Untergang von Sodom und Gomorrha.

Sitzung am 12. V. 96.

C. Paal: Ueber organische Sulfonitraminsäuren.

E. Wiedemann: Ueber Röntgenstrahlen.

A. Spuler: Nachtrag zu der Untersuchung über die Entstehung der Bindegewebsfasern.

Sitzung am 8. VI. 96.

Isidor Rosenthal: Ueber die Wirkung der Kohlensäure auf Tiere.

L. Gerlach: Demonstration anatomischer Modelle.

M. Busch: Ueber Benzylidenimid.

E. Beckmann: Neuerungen an Apparaten zur Molekulargewichtsbestimmung.

Sitzung am 13. VII. 96.

M. Blanckenhorn: Bewegungen des Bodens.
Isidor Rosenthal: Ueber Aichung der Luftcalorimeter und Registrierung der Wärmeproduktion.

Sitzung am 9. XI. 96.

H. Th. Simon: Ueber eine thermostatische Anordnnng für tiefere Temperaturen.
A. Spuler: Ueber die Systematik der Lepidopteren.

Sitzung am 14. XII. 96.

G. C. Schmidt: Ueber das Verdünnungsgesetz der Elektrolyte.
G. Fuchs: Ueber Anilinderivate und ihre physiologische Wirkung.
Josef Rosenthal: Ueber Röntgenstrahlen (mit Demonstrationen).

Ueber die im elektrischen Felde auf eine Glühlampe ausgeübten Kräfte

von

M. Willibald Hoffmann.

Befindet sich in der Nähe eines weit ausgepumpten Entladungsrohres eine stromdurchflossene elektrische Glühlampe, so beobachtet man die im Folgenden beschriebenen Erscheinungen.

Von dem Entladungsrohre werden auf den Faden der Glühlampe Kräfte ausgeübt. Bei langsamem Aufeinanderfolgen der einzelnen Entladungen tritt ein Schwingen des Glühfadens ein; schnellere Entladungen zwingen dem Faden eine feste Stellung, eine gewisse Starrheit auf: er sucht seine Lage im Raum zum Entladungsrohre beizubehalten, wenn man die Glühlampe dem Entladungsrohre nähert oder von demselben entfernt.

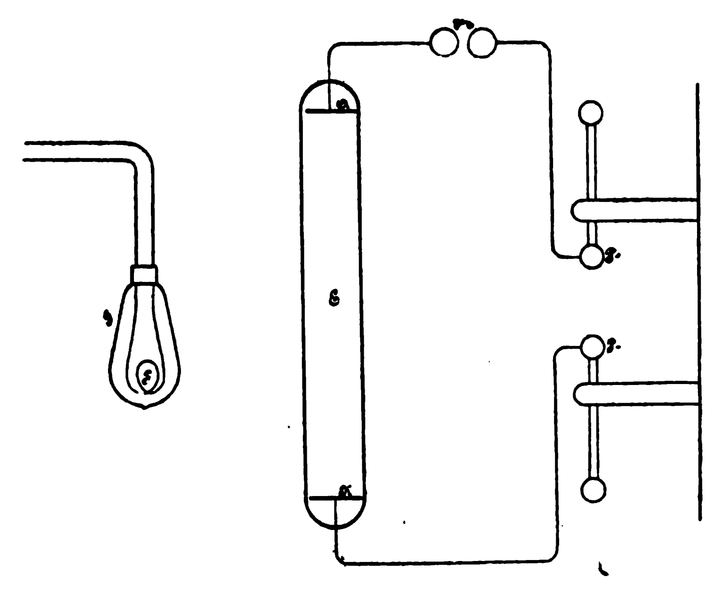


Fig. 1.

In der Figur 1 bedeuten P + und P — die Pole einer zwanzigplattigen Influenzmaschine[1]). Der Strom geht von P + durch ein Funkenmikrometer M zur Anode A des 40 cm langen und 3 cm weiten cylindrischen Entladungsrohres E, von hier durch das Gas über die Kathode K des Rohres zum negativen Pol P — der Maschine zurück. Die Anode und die Kathode bestehen aus je einer 0,2 cm dicken Aluminiumplatte von 1 cm Radius. In ca. 30 cm Abstand von dem Entladungsrohre stand eine gewöhnliche Glühlampe G von 16 NK[2]). Ihr Faden ist mit F bezeichnet.

Springen in M langsam Funken über, so schwingt der Faden taktmässig mit den Entladungen im Rohre E. Folgen aus irgend einem Grunde (etwa beim Verkürzen der Funkenstrecke oder beim schnelleren Drehen der Influenzmaschine)[3]) die Entladungen schneller aufeinander, so werden die Schwingungen schwächer, schliesslich hören sie ganz auf und an ihre Stelle tritt die oben erwähnte Starrheit des Fadens. Wird jetzt das Rohr E der Lampe genähert resp. von derselben weiter entfernt, so führt der Glühfaden Bewegungen im Sinne der Verschiebung aus.

Durch eine Reihe von Versuchen habe ich die Gründe für diese Erscheinungen zu ermitteln gesucht.

I. Verhalten der Glühlampe bei langsam aufeinanderfolgenden Entladungen.

Anfänglich schien es, als ob die auf die Glühlampe ausgeübte Kraft von den Entladungen im Rohre ausginge, doch zeigte sich dass auch in der Nähe der Influenzmaschine und des Induktoriums der Glühfaden in Schwingungen geriet. S c h w i n g u n g e n d e s F a d e n s e n t s t e h e n i m a l l g e m e i n e n ü b e r a l l d a , w o v e r h ä l t n i s m ä s s i g l a n g s a m e L a d u n g e n u n d s c h n e l l a b f a l l e n d e E n t l a d u n g e n a u f t r e t e n.

Zum Studium benutzte ich den einfachsten Fall.

---

1) Dieselbe ist von Herrn Prof. E. Wiedemann aus Mitteln des Elisabeth Thompson Fond angeschafft worden.

2) Zu den Versuchen wurden Glühlampeu mit 0,6 Amp. Stromverbrauch und 110 Volt Klemmenspannung benutzt.

3) Die Erscheinung kann auch bei der Erregung des Rohres durch den Strom eines Induktoriums beobachtet werden.

Eine isolierte, runde Metallplatte von 35 cm Durchmesser wurde mit dem +-Pol der Influenzmaschine verbunden und parallel zu ihr die Funkenstrecke an der Maschine geschaltet. Der negative Pol war mit der Erde verbunden.

Beim Drehen der Maschine erhält man eine langsame Ladung der Metallplatte bis auf ein bestimmtes Potential, das dem Abstande der Kugeln an der Maschine entspricht. Springt zwischen diesen der Funken über, so fällt das Potential plötzlich auf Null. Der Faden einer in die Nähe der Platte gebrachten Glühlampe bleibt während der Ladung der Platte vollkommen in Ruhe, während er bei der Entladung derselben gegen die der Metallplatte zugekehrte Wand der Glühlampe hingerissen wird und nach kurzem Vibrieren zur Ruhe kommt, bis ihm die nächste Entladung einen neuen Impuls giebt. Diese Anziehungen des Fadens an die Wand der Lampe treten auch dann ein, wenn zwischen Lampe und ladende Platte dielektrische Körper gebracht werden, der Faden bleibt dagegen vollkommen ruhig hinter Metallplatten, gleichgiltig, ob dieselben zur Erde abgeleitet werden oder nicht. Die Erscheinung ist also rein elektrostatisch.

Der Strom, der den Faden zum Glühen bringt, spielt keine Rolle, nur die Temperaturerhöhung, welche er hervorruft, scheint einen Einfluss auf die Schwingungen zu haben. Der Versuch gelingt auch, wenn man den Strom, der die Lampe durchfliesst, durch Vorschalten eines Widerstandes nach und nach schwächt oder schliesslich ganz unterbricht: die Anziehungen werden zwar schwächer, sind aber immer noch deutlich zu erkennen.

Ein Aufschluss, weshalb der Faden nur bei den E n t l a d u n g e n der Platte in Schwingen gerät, scheint durch die folgenden Versuche gegeben zu sein (vergl. Fig. 2 auf folg. Seite).

Ein Glasballon G von der Grösse einer mittleren Glühlampe, der an seinem engeren Teile einen ca. 2,5 cm weiten Schliff besass, wurde an die Quecksilberluftpumpe angeschmolzen. Den Stempel des Schiffes durchsetzten zwei stärkere Platindrähte p und p_1, mit denen eine Schlinge F aus dünnerem Platindraht durch zwei kleine Klemmen K und K_1 verbunden war. Diese „Lampe“ wurde hintereinander mit einer grossen Glühlampe von 32 NK und 110 Volt Klemmenspannung, welche als Vorschaltwiderstand diente, und einem kleinen Kurbelwiderstand an die Lichtleitung des Institutes angeschlossen. Die schon oben er-

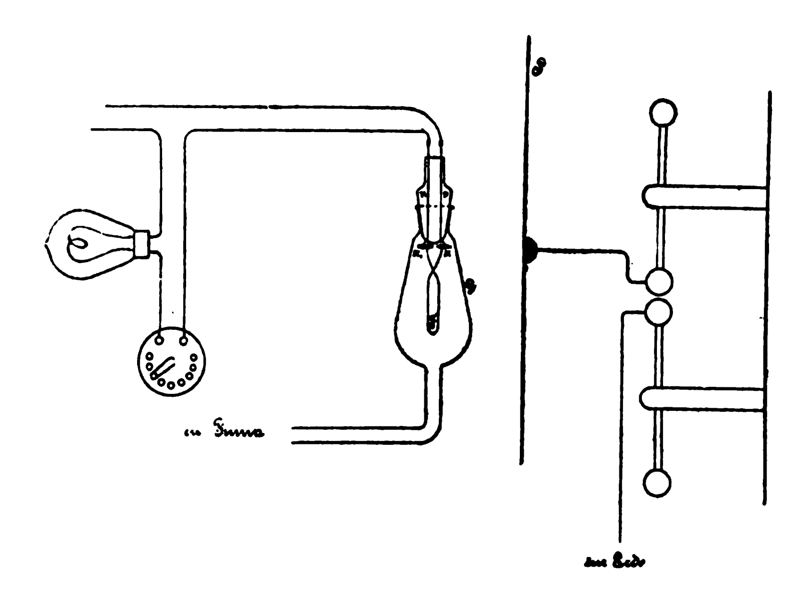


Fig. 2.

wähnte influenzierende Metallplatte, die in der Figur mit P bezeichnet ist, wurde in der Nähe der zu Anfang des Versuches noch mit Luft von ca. 760 mm Druck gefüllten Lampe aufgestellt.

Während der Ladung der Platte wurde von dieser die stromlose Platinschlinge angezogen, bei ihrer Entladung losgelassen. Die Anziehungen erfolgten ebenso, wenn der Faden F ausserhalb des Glasballons frei in der Luft neben der Platte hing: die Erscheinung beruht in beiden Fällen auf einer gewöhnlichen Influenzwirkung.

Wurde der Platinfaden durch den elektrischen Strom ins Glühen gebracht, so erschienen die Anziehungen an die Platte bedeutend schwächer: der glühende Draht zerstreute teilweise die auf ihm influenzierte Elektricität, welche derjenigen der ladenden Platte entgegengesetzt war. Diese Schwächung der von der Platte auf den Faden ausgeübten Anziehung hat ihren Grund darin, dass sich die vom Faden zerstreute Elektrizität auf die der Platte zunächst gelegene Wand der Glühlampe begiebt und so die Wirkung der ladenden Platte teilweise aufhebt. Eine solche Zerstreuung von elektrischen La-

dungen ist schon früher, vor allem von J. Elster und H. Geitel[1]) näher untersucht und beschrieben worden. Während jedoch in den von Elster und Geitel beobachteten Fällen nur die negative Elektricität zerstreut wird, ist es bei unseren Versuchen gleichgiltig, ob die Platte P mit negativer oder positiver Elektricität geladen wird. Die Zerstreuung ist also hier eine bipolare.

Bei abnehmendem Drucke in der Glühlampe bemerkte man auch dann, wenn der Faden nicht glühte, ein Nachlassen der Anziehungen des Fadens an die Platte, dasselbe trat noch schneller ein, wenn der Faden beim Auspumpen gleichzeitig durch den Strom zum Glühen gebracht wurde: in der verdünnten Luft scheint hiernach das Abfliessen der auf dem Faden influenzierten Elektrizität erleichtert zu werden.

Als noch weiter ausgepumpt wurde, hörten die Anziehungen an die Platte P während der Ladung derselben ganz auf. Der Faden hing vollkommen ruhig, wurde aber jetzt bei jeder Entladung der influenzierenden Platte zur Glaswand hingerissen. Mit sinkendem Drucke in der Lampe wurde dieses Heranschwingen des Fadens an die Wand des Ballons stärker. Schliesslich liess sich kein Unterschied mehr gegen das Verhalten des Kohlenfadens einer gewöhnlichen Glühlampe erkennen. Bei noch tieferem Vakuum nehmen die Amplituden der Schwingungen ab. Man kann ein Maximum der Wirkung der Platte auf den Faden erreichen. Dasselbe ist, wenn der Faden normal glüht, allein durch den Druck in der Glasbirne bestimmt.

Der Versuch zeigt, dass durch die geladene Platte auf dem Glühfaden entgegengesetzte Elektricität influenziert wird, während die gleichartige zur Erde abfliesst. Infolge des Vakuums in der Lampe und der hohen Temperatur des Fadens entweicht jedoch die anfänglich auf dem Faden erregte Elektricität und sammelt sich möglichst nahe dem influenzierenden Körper, in diesem Falle also auf der Glaswand, an. So wird der Faden, so lange sich die Platte noch ladet, nach und nach immer schwächer elektrisch, da neue Elektricität auf ihm infolge der Schirmwirkung der geladenen Glaswand nicht mehr influenziert werden kann.

---

1) J. Elster u. H. Geitel, Wied. Ann. 38, p. 27. 1889.

Bei der Entladung der Platte P kann sich die auf der Glaswand befindliche Elektricität durch das Vakuum nur langsam mit der von ihr influenzierten ungleichnamigen des Fadens vereinigen: der Faden wird jetzt von der geladenen Wand angezogen. Das tiefe Vakuum lässt hiernach eine momentane Neutralisation der Elektricitäten bei der schnellen Entladung der influenzierenden Platte P nicht zu, denn würde die Neutralisation plötzlich eintreten, so müsste der Faden in Ruhe bleiben.

Wenn man diese Entladungen verzögert, müssen die plötzlichen Anziehungen des Fadens verschwinden, da durch einen allmählichen Abfall der Ladung von P die für den Ausgleich der Elektricitäten in der Lampe nöthige Zeit gewonnen wird.

Um eine langsame Entladung der Platte zu erhalten und gleichzeitig den Unterschied zwischen den hier auftretenden Erscheinungen und den vorhin beschriebenen zu ermitteln, wurde in ca. 30 cm Abstand von der Platte P eine gleich grosse P_1 aufgestellt, die mit dem zweiten Pole der Maschine durch eine Leitung, in welche eine ca. 50 cm lange Hanfschnur eingeschaltet war, in Verbindung stand. Eine Erdleitung konnte in diesem Falle nicht benutzt werden.

Beim Gange der Maschine wurden bei dieser Anordnung beide Platten gleichzeitig geladen. Wenn der Funken übersprang, entlud sich P momentan, die zweite Platte P_1 aber relativ langsam infolge des grossen Widerstandes der in die Zuleitung eingeschalteten Schnur. Die Wirkung des Systems auf die Glühlampe entsprach den Erwartungen. An der Platte, deren Leitung durch die Hanfschnur unterbrochen war, blieb die Lampe vollkommen ruhig, ebenso an der Zuleitung von dieser bis zu dem Ende der Schnur, das der Funkenstrecke zunächst war. Von hier aus, über die Funkenstrecke bis zur Platte P, traten wieder die heftigsten Bewegungen des Fadens auf.

Anwendungen des gewonnenen Resultates.

1. Verlauf der Entladungen im Stromkreise eines Entladungsrohres.

Nach den vorigen Ausführungen ist die elektrische Glühlampe ein brauchbares Mittel zur Erkenntnis schnell verlaufender Entladungen. Es lag nahe, dort wo die Schwingungen des Glüh-

fadens zuerst beobachtet wurden, im Stromkreise eines Entladungsrohres, den Entladungsvorgang näher zu untersuchen. Hier zeigte sich, dass der Faden der Lampe von der Kathode bis zum negativen Pol der Maschine resp. des Induktoriums nicht erregt wurde, im ungünstigsten Falle, d. h. bei schlechter Ausbildung des dunklen Raumes vor der Kathode, schwach und niemals gleichzeitig mit den das Rohr durchsetzenden Entladungen vibrierte, dass dagegen die Schwingungen desselben kräftig und vollkommen gleichzeitig mit den einzelnen Entladungen am positiven Pol der Maschine oder des Induktoriums, am Zuleitungsdraht zur Anode über die Funkenstrecke, und durch die Entladungen im verdünnten Glase selbst bis zum dunklen Raum hervorgerufen wurden.

Die Schwingungen des Fadens treten bei mittleren Drucken nur dann auf, wenn in dem Entladungskreise eine Funkenstrecke liegt. Bei tiefem Druck im Entladungsrohre ist die Funkenstrecke nicht nötig, da das Entladungspotential an sich ein höheres wird.

Während also die positive Entladung bei eingeschalteter Funkenstrecke sich der Glühlampe gegenüber wie eine schnell abfallende Potentialschwankungen zeigende Metallplatte verhält, ist an der Kathode eine Wirkung auf den Glühfaden zu finden, welche der einer langsam sich ladenden und entladenden Platte entspricht. Die Elektrizität fliesst durch den dunklen Raum allmählich ab. Dies Resultat steht im Einklang mit der Thatsache, dass die Vorgänge an der Kathode lang anhaltende sind, worauf unter anderen Spottiswoode[1]), vor allen aber E. Wiedemann und H. Ebert[2]) hingewiessen haben. Die Entladung im Rohr sondert sich also dem zeitlichen Verlauf nach in zwei vollkommen getrennte Teile. Wir haben einmal die schnell verlaufende positive Entladung, daneben, vom dunklen Raum ab, ein langsames Abfliessen der Elektricität.

Leitet man bei eingeschalteter Funkenstrecke eine Stelle des Rohres auf der positiven Lichtsäule durch eine an die Aussenwand

1) Spottiswoode Phil. Trans. 1880. 2. p. 180.

2) E. Wiedemann und H. Ebert: Sitzungsberichte der phys.-med. Societät Erlangen, Heft 24. 8. Febr. 92. Wied. Ann. 50 p. 35. 1893.

desselben angelegte Platte zur Erde ab, so bildet sich unterhalb derPlatte eine sekundäreKathode. DieGlühlampe schwingt dann von der Anode aus bis zu dem neu gebildeten dunklen Raum. Obwohl das positive Licht hinter der sekundären Kathode wenig an Intensität verloren hat, ist es fast ganz unwirksam auf die Lampe geworden. Durch die sekundäre Kathode hat also dieser Teil der positiven Lichtsäule die ihm ursprünglich durch die Funkenstrecke erteilte Eigenschaft verloren.

2. Verlauf der Entladungen eines Induktoriums.

In einfacher Weise lässt sich im Anschluss an die früheren Beobachtungen zeigen, dass bei einem Ruhmkorff-Induktorium der sekundäre Strom nicht ein gleichmässig steigendes und abfallendes Potential besitzt, sondern dass hier infolge des im primären Kreise liegenden Kondensators von der einen Klemme eine schnell abreissende Entladung in den Stromkreis gesandt wird, neben welcher alle andern noch auftretenden Schwingungen eine untergeordnete Rolle spielen. Man findet, wenn man die sekundären Klemmen mit einem Luft-Kondensator verbindet, auf der einen Seite des Systems starke Schwingungen des Glühfadens, auf der anderen fast vollkommene Ruhe desselben. Die Glühlampe zeigt an, dass wir in dem sekundären Kreis einerseits plötzlich abfallende Potentialwerte, andererseits ein ruhiges Schwingen der Entladungen haben, eine Erscheinung, die bei der Erregung desselben Kondensators durch die Influenzmaschine nur durch das Vorschalten einer Hanfschnur vor die eine Platte erzeugt werden kann.

Zwischen den beiden Platten lässt sich eine Ebene finden, in der die Lampe still steht. Wird die eine Platte zur Erde abgeleitet, so verschwindet diese Indifferenz-Ebene und die Ruhe des Fadens tritt erst nahe bei der zur Erde abgeleiteten Platte ein.

II. Verhalten der Glühlampe bei schnell aufeinanderfolgenden Entladungen.

1. Beziehung zwischen den Schwingungen des Fadens und der Zahl der Entladungen.

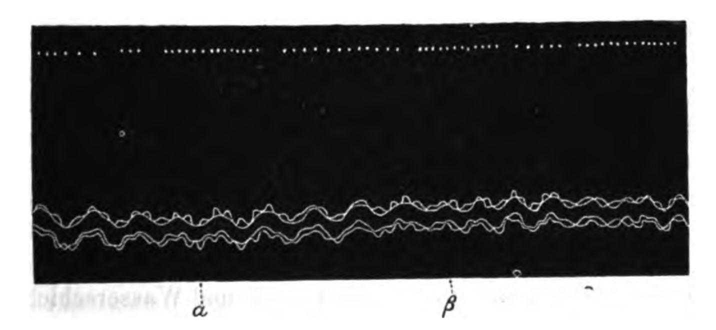
Bei den beschriebenen Versuchen folgten die einzelnen Entladungen so langsam auf einander, dass man ohne weiteres einen

Synchronismus der Anziehungen des Fadens mit den einzelnen überspringenden Funken beobachten konnte.

Bei gesteigerter Zahl der Entladungen werden auch die Schwingungen des Fadens schneller, bis dieser infolge seiner begrenzten Elasticität dem Takte der Funken nicht mehr folgen kann. Dieses Zurückbleiben ist jedoch nur ein scheinbares.

Mit Hilfe einer photographischen Methode konnte auch jetzt noch der frühere Synchronismus festgestellt werden.

Die Glühlampe wurde horizontal hinter einem 50×50 cm grossen Pappschirm aufgestellt, in den vor der Lampe ein 0,2 cm breiter und 6 cm langer Spalt eingeschnitten war. Oberhalb der Lampe befand sich in dem Schirm ein kreisförmiges Loch von 0,7 cm Radius, hinter dem sich die Funkenstrecke befand. Vor dem Schirm stand in ca 1,5 m Entfernung eine gewöhnliche photographische Camera, deren Cassette jedoch horizontal verschiebbar war. Durch den Spalt wurden von der glühenden Schlinge der Lampe vier kurze Strecken ausgeblendet, die sich, wenn man die Platte bei einer Aufnahme auf ihrer Bahn vorwärts bewegte, als vier gerade Linien auf dem photographischen Bilde zeigten. Der vibrierende Faden musste in gleicher Weise aufgenommen vier Kurven geben, während sich die erregenden Funken auf der Platte in einer Reihe auf einander folgender Punkte markierten. Die hier mitgeteilte Kurve ist nach einer Originalaufnahme gezeichnet, welche bei ca. 150 Entladungen in der Sekunde erhalten wurde.



Man sieht deutlich die vier kleineren synchron mit den Funken entstandenen Kurven, welche aber infolge der elastischen Eigenschwingung des Fadens auf- und absteigen.

Ueber den Stellen α und β der Kurve folgen die Funken schneller auf einander: hier ist im Photogramm eine Verflachung der Hauptkurve, die ja für das Auge die allein wahrnehmbare ist, deutlich zu erkennen. Es bildet sich an diesen Punkten eine gewisse Starrheit des Fadens aus. Wir haben hier das Uebergangsstadium zu der bei schnellen Schwingungen erfolgenden Ruhe des Fadens, aber zu den gleichzeitig hierbei auftretenden Verschiebungen desselben bei einem Verschieben des erregenden Leiters (s. S. 2). Dieses Folgen des Fadens bei Bewegungen des Leiters ist überall zu finden, wo zeitlich schnell auf einander folgende Ladungen und Entladungen auftreten, d. h. in der Nähe von Hertz'schen Systemen. Bei einem schwingenden Drahtsystem nach der Anordnung von Lecher oder Ebert schwingt der Faden synchron mit den Funken neben den primären Platten, an den sekundären und dem Endkondensator dagegen findet man ein den Bewegungen der Platten entsprechendes Folgen desselben.

2. Über die Ursache der Starrheitserscheinungen des Glühlampenfaden in der Nähe schnell schwingender Systeme.

Während sich die Schwingungsbewegungen des Glühlampenfadens auf einfache elektrostatische Vorgänge zurückführen liessen, scheint dies bei der oben erwähnten Starrheitserscheinung nicht der Fall sein.

Die das Folgen des Fadens erzeugende Ursache war stets an das Vorhandensein elektrischer Schwingungen gebunden und trat nur in der Fortpflanzungsebene der elektrischen Kraft auf, doch konnte sie nicht mit der elektrischen Kraft identisch sein.

Wenn nämlich zwischen die schwingende Platte und die Glühlampe eine Metallplatte gestellt wurde, musste, wenn nur die elektrische Kraft die Starrheit des Fadens bedingte, jede Einwirkung der errregenden Platten auf die Lampe verschwinden. Beim Versuch zeigte sich jedoch, dass die Metallplatte die Kraft zwar schwächte, nicht aber gänzlich aufhob. Holzplatten schirmten kaum, etwas stärker Glasplatten und Wasserschichten.

Der Faden suchte immer bei Bewegungen der Lampe seinen ursprünglichen Abstand von der Platte zu bewahren, selbst als um die Glaswand der Lampe ein zur Erde abgeleiteter Stanniolcylinder gelegt wurde.

Diese Erscheinung lässt sich vielleicht erklären, wenn man nach E. Wiedemann und H. Ebert[1]) annimmt, dass durch das Auftreffen schneller Potentialschwankungen auf die Grenze zweier Medien, von denen das eine ein verdünntes Gas ist, Kathodenstrahlen oder diesen ähnliche Gebilde erzeugt werden. Es entstehen in unserem Falle innerhalb der Glühlampe Kathodenstrahlen, welche die Ladung des glühenden Fadens zerstreuen. Die Elektricität zerstreuende Eigenschaft der Kathodenstrahlen ist durch Lenard nachgewiesen worden. Dass zwischen erregende Platte und Glühlampe gebrachte Metallplatten die Ausbildung der Kathodenstrahlen nicht vollkommen verhindern, erklärt sich so mit der Annahme von Resonanzerscheinungen in diesen Platten. Denn ist auch ohne weiteres klar, dass dielektrische Körper die auf den Glühfaden ausgeübte Kraft nicht schirmen können.

Das Folgen des Glühfadens auf die Verschiebungen der eregenden Condensatorplatte ist also eine zu den im ersten Teile dieser Untersuchungen beschriebenen Erscheinungen analoge. Durch das Auftreffen der zerstreuenden Strahlen auf den Glühfaden kann die eine Elektricität desselben auf die Glaswand entweichen, während die andere zur Erde abgestossen wird. Zieht man die schwingende Platte fort, so entsteht auf der Glaswand der Lampe ein Zustand, der mit dem bei der Entladung der Platte im Falle I verglichen werden kann. Die die elektrische Verteilung auf dem Faden erzeugende Kraft hat nachgelassen zu wirken: es muss eine Neutralisation eintreten, welche eine Anziehung des Fadens an die Wand, also eine der Bewegung der Platte gleichgerichtete Bewegung des Fadens hervorruft. Die umgekehrte Erscheinung tritt bei einem Nähern der Platte ein.

Herrn Prof. Dr. E. Wiedemann und Herrn Dr. Hermann Th. Simon erlaube ich mir auch an dieser Stelle für ihre mannigfache Anregungen und Unterstützungen meinen besten Dank auszusprechen.

Erlangen, physikalisches Institut der Universität, Ende Januar 1896.

1) E. Wiedemann, Zeitschrift für Elektrochemie p. 159, 1895.

Geognostische Beschreibung des Rathsberger Höhenzuges

von

Alfred Bettinghaus.

Die im ganzen einförmige unmittelbare Umgebung der Universitätsstadt Erlangen enthält nur eine wirklich anziehende und z. T. malerische Seite, den plateauförmigen Rücken des Rathsberges mit dem Burgberg im Norden der Stadt und deren bewaldete Abhänge. Der 328 m hohe Burgberg von Erlangen stellt einen niedrigen im SW. vorgelagerten Ausläufer des breiteren Rathsbergplateaus (350—390 m) dar, der sich gleich jenem in der Richtung von O. nach W. erstreckt. Seine sonnigen Südhänge tragen Gärten mit einer Anzahl Villen, städtische Anlagen und die wichtigsten Vergnügungslokale bei Erlangen, die sogenannten Keller, während sich an seinem Fusse von den Kellern bis zum Ufer der Schwabach die Vororte Essenbach und Obere Bleiche gegenüber Erlangen hinziehen.

Eine Burg hat der eigentliche Burgberg, wie der Name anzudeuten scheint, nie getragen, obwohl die günstige Lage seiner westlichen Spitze über dem Eisenbahntunnel, die das Regnitzthal und die wichtige Strasse nach Norden vortrefflich beherrscht, dazu hätte verlocken können. Der Name ist vielmehr eine Verkürzung des Wortes „Bürgerberg", da der Berg Eigentum der Bürger und von ihnen bewohnt war, ebenso wie auch der Rathsberg nach seinen ehemaligen Besitzern im 16. Jahrhundert, dem Rat oder dem Ratsherren der Stadt Erlangen, genannt wurde.[1])

Burgberg sowohl wie Rathsberg gewähren an den am weitesten nach W. gelegenen Punkten ihres Plateaus einen umfassenden Rundblick über das Regnitzthal zwischen Nürnberg-Fürth und Forchheim und seine Umgebung, besonders aber über den ganzen Westrand des östlich gelegenen Frankenjura vom

1) Lammers, Geschichte der Stadt Erlangen 1843.

Moritzberg bei Lauf bis zur Oberfriesener Warte bei Hirschaid. Die Möglichkeit hierfür ist gegeben durch den Umstand, dass der Rathsbergrücken am meisten von allen westlichen Ausläufern des Frankenjura im O. der Regnitz gegen letzteren Fluss in dessen ganzem Verlauf von Fürth bis zur Einmündung in den Main bei Bamberg vorspringt. Nur ein ganz schmaler Streifen niedrigen, von Diluvialbildungen bedeckten Terrains trennt das steilabfallende Westende des Burgbergs von dem Regnitzbett, ein Streifen, der von den Gebäuden der Windmühle und Spiegelfabrik, dem Ludwigskanal und der Landstrasse nach Bayreuth und Bamberg vollkommen eingenommen wird. Hier, wo Strasse und Kanal unmittelbar an das Gebirge anstossen, erschien an diesem Steilgehänge der geeignetste Platz zur Anbringung des schönen Kanalmonuments. Für den Eisenbahndamm der Strecke Bamberg-München war bei dieser Enge im W. des Burgbergs kein Raum mehr übrig, und so begegnen wir hier dem einzigen Tunnel auf der ganzen Strecke zwischen Lichtenfels und Treuchtlingen am Westrand des Frankenjura.

Der Rathsberger Höhenzug ist einer der niedrigen zungenförmigen, von O. nach W. gerichteten Ausläufer des Frankenjura, die in grösserer Zahl dem letzteren im W. vorgelagert sind und so den allmählichen Übergang aus der einförmigen, flachhügeligen Keuperlandschaft im W. der Regnitz zu dem höheren Plateau im O. vermitteln. Diese Vorsprünge innerhalb des Gebietes zwischen dem Thal der Regnitz bezw. der Rednitz und dem eigentlichen Frankenjura zeigen in der Mehrzahl nicht mehr eine Bedeckung durch die charakteristischen Kalk- und Dolomitgesteine des Oberen- oder Weissen Jura (Malm), welche mit ihren nackten, ruinenhaft aufragenden Felsen dem Plateaurande der fränkischen Alb seinen malerischen Reiz verleihen. Auch die tiefer folgende Schichtenabteilung des Mittleren oder Braunen Jura (Dogger) ist auf dem in Rede stehenden Rathsberger Höhenzug nicht mehr erhalten, wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, dass sie einst vorhanden war und nur der Denudation während der Kreide- und Tertiärperiode zum Opfer gefallen ist. Nur Schichten des Lias oder Unteren oder Schwarzen Jura, und zwar des Unteren und Mittleren Lias sind von der einstigen allgemeinen Jurabedeckung noch als Decke über dem Keupergrundstock auf dem Rathsberg übrig geblieben.

Während nun ein Teil solcher Lias- oder auch Dogger- und Malmzungen wenigstens auf der Ostseite noch mit der grossen Gebirgsmasse des Frankenjura direkt zusammenhängt, ist bei anderen die Isolierung noch weiter vorgeschritten. Teils bewirkten Verwerfungen mit vorherrschende SO.—NW. Richtung häufig zunächst eine innerliche Trennung der Randschollen vom Kern, teils hatte Oberflächendenudation, die besonders auf Dislokationszonen wirksam eingriff, eine äussere Trennung im Gefolge. Eine durch diesen doppelten Vorgang isolierte Liasinsel ist der Rathsberg.

Den folgenden Versuch einer geognostischen Beschreibung dieses Höhenzugs unternahm ich auf Veranlassung des Herrn Privatdozenten Dr. Blanckenhorn. Es ist mir ein Bedürfnis, diesen meinen hochverehrten Lehrer, der mir auch bei der Anfertigung der Arbeit stets die freundlichste Unterstützung zu teil werden liess, meines aufrichtigsten Dankes zu versichern. Zugleich nehme ich die Gelegenheit wahr, Herrn Militärgeistlichen Ehrhardt zu Erlangen für seine liebenswürdige Hilfe bei Untersuchung der prähistorischen Altertümer herzlichst zu danken.

Übersicht der geognostischen Verhältnisse am Rathsberg.

Der Rathsberg erstreckt sich von W. nach O., oder genauer von WSW. nach ONO., vom Dorfe Rathsberg bis nach Ebersbach. Er ist vollständig von Thälern eingeschlossen, die durch die Regnitz, die Schwabach, den Ehrenbach und den Putzbrunnenbach gebildet sind. Während die Regnitz und Schwabach entfernteren Gebieten entstammen, entspringen die beiden zuletzt genannten Bäche nördlich von Ebersbach am NO. Ende des Höhenzuges selbst. Der Putzbrunnenbach nimmt fortlaufend eine WNW. Richtung ein und mündet bei der Stadt Baiersdorf in die Rednitz, der Ehrenbach schlägt zuerst einen SSO, dann einen S. Lauf ein und begiebt sich oberhalb des Dorfes Dormitz in einen Nebenfluss der Schwabach, den Brandbach. Im Gegensatz zu diesen relativ wasserreichen Thälern im Umkreis des Rathsbergzuges sind die Bachläufe im Innern des letzteren nur ganz unbedeutend.

Der Boden dient oben auf dem Plateau dem Feldbau, ausserdem befinden sich Felder in grösserer Ausdehnung auf dem Areal der sogenannten Zanclodonletten, einer Zone am Gehänge,

z. B. bei Spardorf, sowie auf den teils sandigen, teils lehmigen Diluvialbildungen in den tieferen und zugleich flacheren Abhangsregionen und am Bergesfusse. Der übrige Teil des Gebietes ist mehr oder weniger mit Wald, hauptsächlich mit Kiefern bedeckt, nur innerhalb der Zone des Rhäts sind auch Buchen gewachsen. Als Wiesengrund werden die feuchten Alluvialflächen der Thäler benutzt.

Die Ablagerungen gehören der triassischen und jurassischen Periode an, und zwar ist die Trias durch den Mittleren Keuper und das Rhät oder den Oberen Keuper, der Jura durch den Lias bis zum Amaltheenthone vertreten. Ferner tritt das Diluvium in grösserer Verbreitung auf, während eluviale und alluviale Ablagerungen nur in beschränkter Ausdehnung vorkommen.

Der Teil der Fränkischen Alb, mit dem unser Höhenzug früher unmittelbar zusammenhing, ist das Hetzlasgebirge. Jetzt sind beide Teile durch einen mit Diluvialbildungen bedeckten Sattel oder eine Einsenkung getrennt. Der Prozess der Isolierung begann mit einer am Dorfe Hetzlas vorbeistreichenden Schichtenverwerfung. Ihr Vorhandensein ergiebt sich aus der Differenz der Höhen einzelner Etagen, wie sie schon Professor Pfaff im Jahre 1857 in einem Aufsatze[1]), „Beiträge zur Kenntnis des fränkischen Juras" nachgewiesen hat. Vermittelst barometrischer Messungen hat er festgestellt, dass z. B. die Zone des Lias ε am Hetzlas viel tiefer liegt, als der Lias δ bei Marloffstein. Baldus[2]), der diese Verwerfung eingehender verfolgt hat, sagt darüber: „Es konnte an der Westseite des Gebirges am Flussbette des Schlierbaches eine Gebirgsstörung bei dem Dorfe Hetzlas festgestellt werden, längs der die Schichten an der NO. Seite mehr oder weniger einsanken. Dieselbe erreichte ihre höchste Sprunghöhe (ungefähr 35 m) südlich von Hetzlas bei dem Dorfe Brand, indem hier Schichten des Unteren Lias auf der Westseite gegen Schichten des Mittleren Lias (Amaltheenthone) verworfen sind."

Soweit sich die Schichtung im Gebiete beobachten lässt, trifft man selten vollkommen horizontale Lagerungsverhältnisse. Eine geringe Neigung der Schichten gegen das jedesmalige Thal macht sich an den Rändern des Plateaus vielfach mehr

1) F. Pfaff: Beiträge zur Kenntnis des fränkischen Juras (Jahrb. f. Min., 1857, p. 1).

2) A. Baldus: Geologische Beschreibung des Hetzlasgebirges nebst zwei Gebirgsprofilen. Inaug.-Diss. Erlangen 1893.

oder weniger bemerkbar. Im allgemeinen lässt sich aber eine Schichtenneigung nach NNO. gegen das Innere des Frankenjuras erkennen, was ja mit dem Verhalten der ganzen Fränkischen Alb übereinstimmt. Eine wichtige Folge dieser Thatsache ist der Umstand, dass auf der N. Seite des Rathsbergzuges sämtliche vorhandenen Keuper- und Liasstufen bedeutend tiefere Lagen einnehmen, als die gleichen auf der S. Seite.

Spezielle Einteilung der Schichten.

E. Eluvium.

D. Alluvium.

C. Diluvium.

B. Jura { Lias δ, " γ, " β, " α }

A. Trias (Keuper).
- c. Rhät.
- b. Zanclodonletten.
- a. Burgsandstein.

A. Trias.

a. Burgsandstein.

Der Schichtenkomplex im Mittleren oder Bunten Keuper, welchen v. Gümbel[1]) und Thürach[2]) unter den Namen „Stufe des Burgsandsteins" im weiteren Sinne zusammenfasst unter Bezugnahme auf das Anstehen dieser Schichten an dem Hügel der Burg von Nürnberg, der Kadolzburg und der Alten Veste bei Fürth, setzt auch den niedrigen „Burgberg" von Erlangen vollständig bis zu dessen Gipfel zusammen. Von dem höher aufragenden Rathsbergrücken bildet er das Fundament, tritt aber in Folge des allgemeinen nördlichen Einfallens der Schichten

1) v. Gümbel: Bavaria IV, 11 und geogn. Beschreib. d. fränk. Alb. p. 56.

2) Thürach: Gliederung des Keupers in Franken. Bayrische geogn. Jahreshefte 1888 u. 1889.

nur an der Südseite des Berges deutlich zu Tage. Im Norden liegt er unter den ausgedehnten Diluvialsanden der Ebene von Bubenreuth-Igelsdorf begraben. Auch im Süden wird das Band von Burgsandstein vielfach von dünenartigen Sandanhäufungen in unregelmässiger Weise verhüllt, ja sein Zusammenhang erleidet oberflächlich an einer Stelle zwischen der Haltestelle Spardorf und dem gleichnamigen Dorfe eine vollständige Unterbrechung durch eindringende Diluvialbildungen, die von hier an bis Mittelrosenbach in einer zusammenhängenden Zone das unterliegende Keupergebirge, namentlich die obere Lage des Burgsandseins und seine Grenze gegen die folgenden Zanclodonletten, dem Auge entziehen. Weiter östlich von Rosenbach verschwindet dann der Burgsandstein überhaupt, und das Diluvium herrscht an seiner Stelle allein bis zum Ebersbach. Im allgemeinen ist das Burgsandsteinareal am westlichen und östlichen Rathsbergfuss ein flaches nur sanft welliges Terrain, das als unfruchtbar grösstenteils mit Föhren bestanden ist.

Im nördlichen Franken, etwa von Bamberg an, und im angrenzenden Thüringen ist die Stufe des Burgsandsteins von den Landesgeologen Thürach und Beyschlag mit Erfolg noch weiter gegliedert worden. Es haben sich daselbst 3 Unterabteilungen, der untere Burgsandstein oder die mittleren bunten Lettenschiefer, der Coburger Festungssandstein oder die dolomitische Arkose, und der eigentliche Stuben- oder Burgsandstein an den meisten Stellen mehr oder weniger leicht unterscheiden lassen. In der Erlanger Gegend ist diese Gliederung sicher nicht mehr durchführbar, da die Beschaffenheit der Schichten nach S. zu einem bedeutendem Wechsel unterliegt, und so die für das nördliche Keupergebiet wichtigen Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Lagen hier nicht mehr gelten. Es fehlen z. B. vollständig die so charakteristischen Dolomit- und Kalkknollen, Linsen und Bänke, sowie die dolomitisch-kalkige Arkose der mittleren Abteilung. Die Stufe setzt sich vielmehr zusammen aus einem unregelmässigen einförmigen Wechsel von rötlichen und grauen, lockeren Sandsteinen und roten oder graugrünen Letten. Die einzelnen so getrennten Sandsteinlagen oder Letten lassen sich aber über grössere Distrikte nicht gut verfolgen, da sich die Letten stets bald auskeilen.

Eine Reihe von auf einander folgenden Brüchen befindet sich am Burgberge. Da die Ausbildungsweise der einzelnen Lagen horizontal bei der kurzen Entfernung der Brüche von einander im grossen und ganzen geringem Wechsel unterworfen ist, können die Vorkommnisse noch gut mit einander verglichen werden.

An der nach SSW. vorspringenden Hügelkuppe über dem Eisenbahntunnel, die in der hier befindlichen Anlage als Aussichtspunkt dient, misst man folgendes Profil von oben nach unten:

Profil I.

c. Rote Letten (oben auf dem Hügel)	0,50 m
b. Sandstein (Aufschluss an der S. Seite des Hügels)	2,50 m
a. Rote Letten (am horizontalen Anlageweg unter dem Hügel)	0,60 m

In einem verlassenen Steinbruch 40 Schritt westlich von diesem Hügel bildet offenbar die Schicht c das Liegende. Ihr reihen sich nach oben folgende Lagen an:

Profil II.

h. Sandsteine	0,50 m
g. Rote, violette und weisse Letten mit hellen Sandsteinlagen	3,50 m
f. Sandsteine	3,00 m
e. Rote Letten	0,40 m
d. Sandstein	1,80 m
c. Rote Letten	

100 Schritt weiter nördlich längs des Anlagewegs treten an der Steilwand rechts am Westabfall des Burgbergs Schicht d und e besonders scharf hervor. Schicht f geht nach oben in einen mürben Sandstein f^1 über. Es ergiebt sich demnach dieser Schichtenaufbau:

Profil III.

g.	Rote Letten	0,50 m
f^1.	Mürber lettiger Sandstein	1,00 m
f.	Sandstein	1,30 m
e.	Sandige Letten oder mürber Sandstein	1—1,50 m
d.	Bausandstein unten mit lettiger Zwischenlage und Thongallen	3,00 m
c.	Grüne Letten	0,03 m
	Rötlich violette Letten	0,52 m
	Grünliche Letten	0,05 m
b.	Rötlich schwarzer feinkörniger Sandstein	0,20 m

An der rechtwinkligen N. W. Ecke des Burgberges, wo die Lagen d und e in ihrer Ausbildung zurückgehen, gleicht der Aufschluss mehr oder weniger dem Profil II:

Profil IV.

f¹. Mürber Sandstein	1,50 m
f. Sandstein	1,20 m
e. Rote Lettenlager	0,15 m
d. Sandstein	1,20 m
c. Rote und graue Letten	0,55 m

Am N. Abhange des Burgberges zeigt der westliche Aufschluss über dem nördlichen Tunnelausgang wieder ein Anschwellen des Bausandsteines d. Die Reihenfolge der Schichten ist:

Profil V.

g. Wechsel von violetten und grünen Letten	0,80 m
f¹. Weisslich mürber Sandstein	1,10 m
f. Bausandstein	2,90 m
e. Rot violette Lettenlage	0,40 m
d. Sandstein	3,30 m

Vortreffliche Aufschlüsse bieten nun die folgenden Steinbrüche auf der N. Seite des Burgbergs. Der Abbau derselben wird noch fortwährend betrieben. Hauptsächlich gewährt die Schicht d, jetzt durchweg 5 m stark, eine gute Ausbeutequelle. Die Schichtenreihe in den westlicheren, noch in Betrieb befindlichen Steinbrüchen ist folgende:

Profil VI.

k. Mürber Sandstein	1 m
i. Rote Lettenbänder, wechselnd mit mürbem Sandstein; die Lettenbänder keilen sich oft aus	1 m
h. Mürber Sandstein	2 m
g. Violette und rote Letten	1 m
f. Mürber, graugrüner, schiefriger Sandstein, durchzogen von vielen roten Lettenlagen	2—4 m
e. Letten, rot oder violett, an der obern und untern Grenze grün	0,30—0,50 m
d. Bausandsteine	$3^1/_2$—5 m

Ähnliche Lagerungsverhältnisse weisen die in der Nähe befindlichen grösseren Steinbrüche auf. An dem nordöstlichsten und zugleich am tiefsten gelegenen Bruche steht wiederum die Lettenschicht c, etwa 1 m stark entwickelt, an. Der gleich

daran stossende Reifsche Keller schliesst endlich b als $2^1/_2$ m mächtigen Sandstein und a als 4,30 m starke Letten auf. Darunter lagert noch eine $3^1/_2$ m mächtige Sandsteinschicht, in der der Keller eingehauen ist. Es ist dies die tiefste Lage auf der N. Seite des Burgberges.

Es lassen sich demnach im ganzen mindestens 6 Sandsteinhorizonte innerhalb des Burgberggebietes unterscheiden, die durch 5 Lettenlagen getrennt erscheinen. Letztere sind in ihrer Hauptmasse, jedenfalls aber in der Mitte rot gefärbt, an ihren oberen und unteren Rändern aber, wo sie mit dem Sandstein in Berührung treten, graugrün in Folge der Reduktion des vorhandenen Eisenoxyds und Auftreten von kieselsauren Eisenoxydulverbindungen.

Wenn so auch, wie gezeigt, die einzelnen Letten- und Sandsteinbänke auf dem Burgberge bei den ausserordentlich zahlreichen Aufschlüssen und Wegeeinschnitten sich einigermassen verfolgen lassen, so wird das weiter östlich in den einförmigen Föhrenwäldern, die noch dazu teilweise Diluvialsandbedeckung aufweisen, fast unmöglich.

Innerhalb des Waldes scheinen sich die höheren, sehr mürben Lagen des Burgsandsteins unmittelbar im N. der Spardorfer Strasse strichweise durch häufiges Auftreten kleiner Knöllchen und Gerölle von Hornstein mit blendend weisser Kruste zu charakterisieren. Die letztere enthaltenden groben und wenig verfestigten Sande mit spärlichen graugrünen Thongallen sind auch in 2 Sandgruben im N. genannter Strasse deutlicher aufgeschlossen. Unterhalb dieser sandigen Oberregion des Burgsandsteins begegnet man schon auf dem Fusswege von der Schleifmühle nach Spardorf einer breiten auffallenden Zone von braunem Lehm, der sich speziell bei nassem Wetter durch seinen Feuchtigkeitsgehalte am Wege unangenehm bemerkbar macht.

Dieselbe Zone dürfte auch durch die untere Lehmgrube der Sieglitzhofer Ziegelei am Wege Sieglitzhof-Spardorf angeschnitten sein. Die Schichten fallen etwas nach W. ein. Durch Kombination der Verhältnisse in der Osthälfte dieser Grube, welche tiefere Lagen aufschliesst und derjenigen im W., wo höhere Lagen vorkommen, enthält man daselbst folgendes Durchschnittsprofil von oben nach unten:

	Lehmige Dammerde	0, 30 m
5.	Sandsteine oben etwas dickbankig, unten dünnbankig stark zerklüftet. Die Trümmer durch Eisenmangangehalt auffallend schwarz gefärbt mit heller Verwitterungsrinde in Folge Karbonisierung des Eisens	0,50 m
4.	Rote Letten	0,30—0,50 m
3.	Mehrere bis 30 cm starke Bänder von graugrünen Letten mit einer grauweissen, knolligen, dolomitischen Steinmergelbank, abwechselnd mit roten Lettenbändern	0,50—1 m
2.	Rote oder violette Letten	1,70—2,50 m
1.	Zwei graugrüne Bänder von härteren Letten, unterbrochen von einer Lage roter Letten	0,70—1 m

In der Tiefe ist man unter 1 wieder auf Sandsteine gestossen. Die Schichten 1—4 stellen also eine hier besonders mächtig angeschwollene Lettenzwischenlage zwischen Sandsteinbänken dar. Wie das bei den meisten die Regel ist, ist der mittlere Hauptteil dieser Letten einförmig rot, die untersten und obersten Lagen gegen die Sandsteingrenze mehr graugrün, beziehungsweise buntgebändert.

Die Letten dieser „unteren Lehmgrube bei Sieglitzhof" sind bereits Gegenstand einer chemischen Untersuchung geworden. A. Müller[1]) hat zwei Analysen von den roten Letten [„ziegelroter Keupermergel" (I) und „fleischroter Keupermergel von Sieglitzhof, untere Grube" (II)] und eine von den grauen Letten [„grauer Keupermergel" (III)] gemacht, freilich unter der irrtümlichen Bezeichnung „Zanclodonschichten". Die Resultate in Prozenten sind folgende:

	I.	II.	III.
SiO_2	56,7	60,6	56,9
Al_2O_3	14,5	13,9	12,8
Fe_2O_3	8,2	7,4	7,8
CaO	1,3	0,9	2,5
MgO	2,1	2,0	3,6
K_2O	3,5	3,7	2,6
Na_2O	0,5	0,7	0,9
P_2O_5	0,5	0,5	0,5
Glühverlust	12,6	9,2	11,4
SO_3		Spuren.	

[1]) A. Müller: Zur Kenntnis und chem. Untersuchung der Mergel, In.-Diss. Erlangen 1892 (?), p. 10, 17—21.

In diesen Analysen scheint bedauerlicherweise keine Trennung der Eisenverbindungen vorgenommen zu sein in Oxyd und Oxydulverbindungen, da namentlich in den grauen Letten III die Menge des ohne Zweifel vorhandenen Eisenoxyduls nicht besonders angegeben ist. Auch fehlt die getrennte Bestimmung der Kohlensäure, die im Glühverlust erhalten ist, so dass auf die Menge des vorhandenen kohlensauren und kieselsauren Eisenoxyduls nicht geschlossen werden kann. Zur Erklärung der verschiedenen Färbung der Gesteine kommt jedenfalls das Verhältnis der Eisenoxyd- und Oxydulverbindungen in erster Linie in Betracht.

In den obersten Lettenlagen in der Osthälfte dieser Grube zeigen sich noch ganz eigentümliche Erscheinungen, auf die Herr Dr. Blanckenhorn meine Aufmerksamkeit lenkte, und die eine besondere Besprechung verdienen.

In der Mitte der nördlichen Grubenwand ziehen sich schmale vertikale Streifen aus gelblichem oder weissem sehr feinkörnigen thonigem Sandstein oder Sand von oben in die roten und graugrünen Letten hinein. Es sind die Durchschnitte von kurzen unregelmässigen, zuweilen anastomisierenden Gängen oder Spaltausfüllungen, die wahrscheinlich noch zur Keuperzeit unmittelbar vor Bildung der hangenden Sandsteine, oder mit diesen gleichzeitig entstanden. Nach Absatz der obersten roten Letten 4. fand vielleicht eine kurze Unterbrechung in der Sedimentation, verbunden mit vorübergehender Trockenlegung des Meeresgrundes, statt. Während dieser kurzen Zwischenzeit bildeten sich durch Zusammenziehen der Lettenmassen die Risse, die bei der neuen Überflutung sofort durch die ersten herbeigeführten Sandmassen erfüllt wurden.

Östlich und westlich dicht neben dieser Stelle sieht man grössere Zapfen, ähnlich wie die geologischen Orgeln oder Lehmzapfen in Kalksteinen oder Kalkschottern, aber ebenfalls mit vorherrschend sandiger Ausfüllung. Sie sind von verschiedener Grösse und unregelmässig wechselnder Gestalt, bald einfach sackförmig und unten abgerundet, bald prismenförmig, bald breit trichterförmig ebenso breit, wie hoch mit mehreren spitzen oder gerundeten in die Letten eingreifenden Lappen. Beim fortschreitenden Abbau der Lehmgrubenwände lässt sich feststellen, dass diese Zapfen an Durchmesser abnehmen und verschwinden, also

nicht gangförmig oder grabenartig durchsetzen. Die Maximaltiefe, bis zu der sie von der Dammerdeschicht nach unten hineinsetzen, beträgt 1 m. Die Schichtung im Keuperletten wird durch die unterbrechenden Zapfen nicht wesentlich gestört. Die schwachen welligen Aufbiegungen oder Falten der verschieden gefärbten Lettenlagen, die bis zu $1^1/_2$ m Tiefe von der Oberfläche aus in Erscheinung treten, sind auch da vorhanden, wo die Zapfen fehlen, und stehen mit letzteren augenscheinlich nicht in ursächlichem Zusammenhang. An den Zapfenrändern werden die Lettenlagen plötzlich abgeschnitten und nicht etwa zusammengepresst. Die Grenze ist meist scharf und unverkennbar. Diese zusammenhängende Grenzfläche ist an der Lettenseite mitunter glatt und glänzend, wie eine „Rutschfläche“ oder „Spiegel“ und zeigte an einer Stelle auch die für solche charakteristischen senkrechten Streifen.

Der westlichste und zugleich grösste dieser Trichter von mehr als 1 m Breite, der augenblicklich bereits ganz abgebaut ist, zeigte nach Herrn Dr. Blanckenhorns Aufnahmen noch den Zusammenhang mit den hangenden Sandsteinlagen (e) am deutlichsten. Die schwärzlich grauen Trümmer dieses Sandsteins, der unmittelbar neben dem Trichter noch als Hangendes über dem Keuperletten auftrat, bildeten hauptsächlich die Ausfüllung des Trichters. Sie liegen darin nicht etwa in regelmässiger Schichtung in konzentrischen Lagen parallel den Trichterrändern, vielmehr wirr und regellos, namentlich in den unregelmässig gestalteten, lappenförmigen Ausläufern des Trichters, wo die Schichtfläche der Sandsteinstücke schräg oder senkrecht gegen den scharfen Trichterrand gerichtet ist. Den Zwischenraum zwischen den Sandsteintrümmern bildet Sand, wie er aus deren Verwitterung hervorgeht; die obersten und innersten Teile des Trichters nimmt rötlich gelber Sand oder Gesteinstrümmer ein. Es ist klar, dass der Sandstein nicht in diesem Trichter entstanden, sondern in denselben hineingestürzt ist und zwar nach Bildung der hangenden Sandsteinbänke, also vermuthlich in posttriadischer, diluvialer Zeit.

Die übrigen Zapfen im östlichen Teil der Grube sind nicht so gelappt und regelmässiger. Sie zeigen sich durchweg erfüllt von einem charakteristischen, intensiv ziegelroten, etwas lehmigen, grobkörnigen Sand, der zum Teil zu Sandstein verhärtet und

parallel den Trichterrändern Absonderungsflächen aufweist. Dieser Sand kleidet die peripherischen Teile des Zapfens ausnahmslos aus; im Innern des Zapfens aber befindet sich teilweise wieder roter Keuperletten, der vermutlich von oben eingestürzt ist, wie die Sandsteintrümmer in den oben beschriebenen Trichter.

Die Erklärung der Entstehung dieser Trichter bietet erhebliche Schwierigkeiten. Zu beachten ist dabei, dass sie nur in den östlichen und westlichen Teilen der Lehmgrube beobachtet wurden, wo die Keupersandsteindecke unter der Dammerde fehlt. In der Mitte, wo der Sandstein auftritt, sind sie an dessen unteren Grenze nicht wahrzunehmen. Sie liegen also nicht deutlich innerhalb der Keuperschichten, sondern stets an der Grenze von Keuperletten und Dammerde, ganz unabhängig von dem Horizont der Keuperletten an der Oberfläche, die im O. der Grube in Folge des Einfallens der Schichten wechselt. So liegen am Ostende der Grube die Zapfen in Schicht 2, weiter westlich in 4. Danach fällt die Entstehung in die Diluvialzeit, und zwar gegen deren Ende hin, als die Keuperschichten schon gerade soweit denudiert waren, wie heute.

Von der Sieglitzhofer Grube aus kann man die geschilderten rotbraunen Lettenlagen des Burgsandsteins horizontal nach O. verfolgen durch das Holz über eine Waldwiese mit Quelle bis zu den grossen Steinbrüchen im W. der Buckenhof-Spardorfer Strasse. Hier bildet das Liegende des Lettenkomplexes ein fester Bausandstein von 5—6 m Mächtigkeit; das Hangende ein mürber, Bindemittel armer Sandstein von höchstens 6 m Stärke. Die Lettenzone in der Mitte der Brüche zwischen den beiden Sandsteinlagen ist hier wieder von ausserordentlicher Unregelmässigkeit in Bezug auf Mächtigkeit, Farbe und sonstiger Beschaffenheit. Dünne, mürbe Sandsteinbänke schieben sich ein, andererseits stellen sich nach O. rote Lettenbänder zwischen und über den hangenden Sandsteinen ein, und so verbinden sich diese beiden Lagen, der Lettenhorizont in der Mitte und die folgenden Sandsteine nach S.O. zu einem Gewirr von schnell auskeilenden Letten und Sandsteinschichten.

Ein ganz zuverlässiger Vergleich der Schichten des letztgenannten Steinbruches zwischen Spardorf und Buckenhof mit den Ablagerungen am Burgberge lässt sich nur schwer anstellen. Immerhin ist es hier wahrscheinlich, dass der feste unten an-

stehende Sandstein das Äquivalent des eigentlichen Bausandsteins d der oben beschriebenen Brüche am Burgberg bildet. Danach wäre der feste Bausandstein der einzig wirklich beständige feste Horizont, der überall in mehr oder weniger Tiefe aufgeschlossen werden könnte, bei Sieglitzhof z. B. unter den roten Letten der Lehmgrube.

Versteinerungen habe ich in meinem Gebiete im Burgsandstein nicht gefunden. Thürach erwähnt in dieser Etage das Vorkommen von *Araucarioxylon keuperianum* Göpp. Lissack sagt in seiner oben genannten Arbeit über „die geognostischen Verhältnisse der Umgegend von Kalchreuth und Eschenau“ auf Seite 19, dass in der geologischen Sammlung zu Erlangen sich solche fossile Hölzer aus Burgsandstein finden. Meinen Beobachtungen zufolge beschränkt sich das Vorkommen derselben wenigstens in der Umgegend von Erlangen auf die tieferen Keuperstufen des Blasen- und Coburger Bausandsteins. Aus diesen stammen wahrscheinlich auch die Exemplare des Instituts, wie solche verkieselte Hölzer sich heute noch vielfach bei Bruck, Schallershof und Büchenbach vorfinden. Jedenfalls gelang es mir nicht, in dem Burgsandstein des Raths- oder Burgbergs dergleichen zu entdecken.

Die Sandsteine werden hauptsächlich zu Bauten benutzt. So sind z. B. das neue Kollegienhaus zu Erlangen, das zoologische Institut, die Augenklinik und die Kasernen aus dem Material vom Burgberg gebaut. Die Letten finden vielfach in der Ziegelei Verwendung, jedoch kommt man in neuerer Zeit, wie mir von Sachverständigen versichert wurde, von dem Gebrauch derselben immer mehr zurück.

b. Zanclodonletten.

Über dem Burgsandstein folgt an den Abhängen des Rathsberges ein durchgehender Gürtel von intensiv roten Keuperletten, deren Mächtigkeit zwischen 8 und 24 m schwankt. Es ist die Stufe des *Zanclodon laevis* Plien. und *Bavaricus* Sandb., Dinosaurier, von denen sich Knochen in diesem Horizont, aber ausserhalb unseres Gebietes in Württemberg und Unterfranken fanden[1]). Die Schichten treten auf in einer zusammenhängenden Zone rings um den Rathsberg mit Ausnahme seiner Ostseite, eine

1) F. v. Sandberger: Zanclodon im obersten Keuper Unterfrankens. Neu. Jahrb. f. Min. etc. 1894 I. p. 203.

Zone, die in der westlichen Hälfte des Höhenzuges mit seinen steileren Abhängen reich bewaldet ist, gegen O. aber in der Umgegend von Bräuningshof, Schneckenhof und Spardorf fruchtbare Felder trägt. Am Südabhange hält es nicht leicht, ihre untere Grenze zu bestimmen, da letztere hier oft von Diluvialbildungen verhüllt wird. Aus Zanclodonletten treten vielfach sprudelnde Quellen hervor. Für die Undurchlässigkeit dieser Schicht für Wasser spricht auch die häufige Anlage von Fischweihern auf dieser Gehängezone, wie man sie im N. des Rathsbergs bei Bubenreuth antrifft, die aber jetzt mehr oder weniger verwahrlost sind.

Chemische Analysen der Zanclodonletten am Rathsberg liegen uns vor in der schon oben genannten Dissertation von A. Müller[1]). Er untersuchte „fleischrote Keupermergel von Sieglitzhof, obere Grube I" und „graugrünen Keupermergel II" von ebendaher. Diese obere Sieglitzhofer Grube liegt vermutlich im Zanclodonletten am Waldrand im W. von Spardorf im N. der Erlanger-Spardorfer Strasse. Das Resultat ist folgendes:

	I.	II.
SiO_2	55,5	61,8
AlO_3	16,7	18,1
Fe_2O_3	8,9	5,2
CaO	2,2	0,4
MgO	1,5	0,9
K_2	3,0	3,5
Na_2O	2,0	1,1
P_2O_5	0,6	0,4
Glühverlust	9,2	8,6
SO_3	Spuren	

Erwähnung verdient noch das Vorkommen einer harten Bank an zwei verschiedenen Stellen unseres Gebietes. Es ist ein Gestein von kalkig dolomitischer Natur, breccienartig bis konglomeratisch mit vielen rötlichen oolithähnlichen Kügelchen. Dr. Geigenberger fand diese Bank in der Nähe des Erlanger Schiessplatzes anstehend, während ich sie im Walde zwischen dem Dorfe Bubenreuth und Rathsberg zu beobachten Gelegenheit hatte. v. Gümbel[2]) nennt eine derartige Lage, die am schönsten

1) l. c. p. 11 u. 20—22.
2) Frankenjura p. 416.

in der Nähe von Lauf angetroffen und auch für technische Zwecke zur Strassenbeschotterung gewonnen wird, Zanclodonbreccie. Aus dieser selben Bank innerhalb der Zanclodonletten stammen allem Anscheine nach die Knochen von *Plateosaurus Engelhardi v. Mey*, welche Dr. Engelhard einst bei Heroldsberg im S.O. von Erlangen entdeckte nnd H. v. Meyer[1]) zur Untersuchung übergab. Da sich die Meyerschen Originale sämtlich in Erlangen im Zoologischen Institut befinden, konnte ich mich persönlich überzeugen, dass das rötliche Gestein, welches diese Knochen umhüllt, vollständig identisch ist mit der Konglomerat- oder Breccienbank der Zanclodonletten, wie ich sie von Lauf kenne nach den zahlreichen von dort stammenden Handstücken im Mineralogisch-geologischen Institut, und wie sie auch am Rathsberg auftritt. Die später bei Lauf gelegentlich des dortigen Eisenbahneinschnitts gefundenen, jetzt im Mineralogisch-geologischen Institut zu Erlangen befindlichen, kohlschwarzen Knochen, die in einem helleren, breccienartigen Dolomitgestein liegen, dürfen demselben Dinosaurier *Plateosaurus* zugeschrieben werden. Das besterhaltene Stück derselben entspricht in Grösse nnd Form ganz genau der einen Hälfte des als Tibia von *Plateosaurus Engelhardi* von v. Meyer[2]) beschriebenen Extremitätenknochens. Da die Gattung *Plateosaurus* nach den in Erlangen befindlichen Originalen von der hauptsächlich in Württemberg vorkommenden Theropodengattung *Zanclodon* Plieninger getrennt gehalten werden muss, andererseits Reste von *Zanclodon* in der in Rede stehenden Breccie noch gar nicht gefunden worden sind, wohl aber solche von *Plateosaurus* an zwei Stellen Mittelfrankens, so scheint mir für diese Gegend jedenfalls der Name **Plateosaurusbreccie** passender, als die obige Gümbelsche Bezeichnung.

c. Rhätsandstein.

Es folgt nun das letzte Hauptstockwerk des Keupers, der sogenannte Gelbe oder Rhätische Keuper, der in jäher Steilwand sich erhebt. In unserm Gebiete ist er besonders stark entwickelt, und fast überall herrscht die gleiche Regelmässigkeit des Aufbaues. Seine Mächtigkeit lässt sich insofern schwer beurteilen, als stets

1) H. v. Meyer: Zur Fauna der Vorwelt. Die Saurier des Muschelkalks p. 152 t. 68—69.

2) l. c. t. 68, f. 1—3.

abgestürzte Trümmer seine untere Grenze gegen den Zanclodonletten verdecken bezw. fälschlich tiefer erscheinen lassen. In der Rathsberger „Wildnis“ ist ein verlassener Steinbruch 8,50 m tief. Durchschnittlich wird das Gestein wohl 10 m stark entwickelt sein.

Zahlreiche Steinbrüche sind in demselben angelegt worden. Einige sind bereits jetzt ganz ausgebeutet, andere werden in Folge von mangelndem Absatz nicht mehr oder nur noch zeitweise ausgenutzt.

Boten die vorher beschriebeneu Etagen ein mehr einförmiges Bild, so weist diese viel mannigfaltigere Gebilde auf; ihr ist an vielen Stellen ein sogar landschaftlich schöner Charakter aufgeprägt. Besondere Reize bieten die „Rathsberger- und Atzelsberger Wildnis“. Die nach unten gestürzten Felsen liegen hier durch einander und bilden eine Art Felsenmeer, das zu schönen Anlagen benutzt ist. Der plötzliche Übergang von wasserdurchlässigem Sandstein in wasserhaltende Letten an der unteren Grenze des Rhät gibt am Gehänge vielfach zum Austreten wasserreicher Quellen Anlass, die mitten in dem Felsenmeer bereits auf das Vorhandensein von Zanclodonletten im Untergrund schliessen lassen.

Seiner Zusammensetzung nach besteht der Rhätsandstein aus feinen Quarzkörnern; Feldspath und Kaolin enthält er nur wenig. Er hat eine weisslich gelbe- bis blass rote Farbe. Dem festen Gestein reihen sich regelmässig dünngeschichtete, glimmerreiche Bänke von Sandsteinen an, während farbige, graue oder weisse Thone bezw. Schieferthone diese oft unterbrechen, gewöhnlich aber den Abschluss nach oben bilden. So erscheint in den Aufschlüssen von Adlitz ein etwa $^1/_2$ m starkes Lager von weissem, plastischem, als Ziegelmaterial verwendbarem Thon an der oberen Grenze, und dasselbe ist der Fall am Südrand des Plateaus gegenüber Atzelsberg. Dort beobachtete vor drei Jahren Herr Dr. Blanckenhorn an dem Wege von Erlangen nach Atzelsberg in einer kleinen Lehmgrube folgenden Schichtenwechsel von oben nach unten:

Dammerde	0,40 m
Graugelber und weisser Lehm (Lias γ)	0,40 m
Grauer Lehm mit zahlreichen groben Quarzkörnern (Lias β?)	0,04 m

Brauner sehr lockerer Arietensandstein mit Manganputzen und kleinen Lehmzwischenlagen (Lias α)	0,20 m
Weisser Thon, gegen die obere Grenze rötlich (Rhät)	0,55 m

Wo diese thonigen Grenzschichten mehr sandig als Schieferthon oder dünnschieferiger Thonsandstein ausgebildet sind, beherbergen sie gewöhnlich eine Fülle von kohligen Pflanzenresten. Die grösste Zahl davon haben früher die Steinbrüche von Atzelsberg geliefert.

Nach von Gümbel[1]) müssen die Schichten des Rhät damals in folgender Weise aufgeschlossen gewesen sein:

Im Hangenden Schichten des Mittleren und Unteren Lias δ:

Darunter: „Graue Schieferthone, erfüllt von prächtig erhaltenenrhätischen Pflanzen, welche man bei einigerVorsicht wie eingelegte Pflanzen von der Unterlage abheben kann. Die Arten sind dieselben, wie von der benachbarten Jägersburg. Am häufigsten sind *Palissya Brauni*, *Zamites distans*, *Thinnfeldia obtusa*, *T. rhomboidalis*, *Clathropteris Muensteriana*, *Thaumatopteris Brauniana*, *Jeanpaulia Muensteriana* u. a.	0,66 m
Dünngeschichteter, weisser Sandstein mit ausgezeichneter Anwachsstreifung und zahlreich zerstreut eingebetteten Pflanzenresten, sowie Teibholz ähnlichen Gagatkohlen	2,00 m
Weisser Bausandstein von zahlreichen in St. 3, 9 und 12 streichenden Klüften durchzogen und quaderartig abgesondert	1,00 m“

Der ehemals so bedeutende Betrieb dieses grossen Steinbruchs von Atzelsberg, der sich im S. des Fahrweges nach dem Dorfe Rathsberg in O.-W. Richtung hinzieht, ist seit Vollendung des Erlanger Kanals, zu dessen Bauten die Steine verwandt wurden, ganz eingestellt. Der Schutt hat die Sohle erfüllt und die Wände sind, besonders auf der N.-Seite, vielfach verstürzt. Während die langgezogene S.-Seite desselben die höher liegenden Gesteinsschichten, die Liasdecke vortrefflich aufschliesst, gelang es mir nur an einer Stelle am W.-Ende auch in das liegende Rhät mit seinem Bausandstein einen Einblick zu gewinnen. Unter dem dunklen grobkörnigen „Arietensandstein“ des Lias folgen hier:

---

[1]) Frankenjura p. 439.

1. Graue Schieferthone mit verkohlten Pflanzenresten *(Zamites distans)* nicht konstant, z. T. ganz fehlend	0,10 m
2. Weisser, dickbankiger Sandstein	1,80 m

Eine ganze Reihe von kleinen **Steinbrüchen** von Rhät befinden sich in der Umgegend **von Marloffstein.** Ein solcher an der Strasse nach Uttenreuth zeigt folgenden Schichtenaufbau:

Etwa 150 Schritte N.-O. vom Marloffsteiner Schloss:

Ackererde		0,30 m
Lias *α*	Dünnbankiger, eisenschüssiger Sandstein mit runden „Schwedenkugeln" und platten Konkretionen	0,50 m
	Gelblich brauner, feinkörniger, kalkreicher Sandstein mit *Avicula sinemuriensis* Lam.	0,02 m

Darunter Rhätschichten:

Grauer, bröckeliger, glimmerreicher, lehmiger Sandstein mit verkohlten Pflanzenresten	0,40 m
Dünngeschichteter, heller, ebenfalls glimmerreicher, leicht zerreiblicher, feinkörniger Sandstein	0,80 m
Dickbankiger Bausandstein	1,00 m

Der östlich daran grenzende Aufschluss unterscheidet sich dadurch, dass der unten liegende, dickbankige Bausandstein, durch einen lehmig bröckeligen Sandstein, wie er in der grauen Schicht von 0,40 m Dicke vertreten ist, unterbrochen wird.

Noch etwa 50 Schritt weiter östlich sehen wir den lehmigen Sand als dunklen Lettenschiefer ausgebildet, ähnlich wie es bei der Pflanzen führenden Schicht der Steinbrüche bei der Jägersburg in der Nähe von Forchheim der Fall ist.

Die Schichtenreihe ist folgende:

Ackererde	0,35 m
Lockerer, rostfarbiger, dünner Sandstein mit „Schwedenkugeln", plattenförmigen Konkretionen und Gryphäenresten (Lias *α*)	1,00 m
Dunkler Lettenschiefer	0,20 m
Glimmerreicher Sandstein	0,35 m
Bausandstein	1,20 m

Auch die Marloffsteiner Steinbrüche, die früher viel Material zum Häuserbau nach Erlangen, Nürnberg und Fürth lieferten, werden wie die von Atzelsberg heutzutage nur wenig mehr ausgebeutet. In Folge dessen haben auch die schönen Funde von Pflanzenabdrücken gegen früher bedeutend nachgelassen und beschränken sich auf kümmerliche Bruchstücke.

Da ich deshalb selbst nicht das Glück hatte, zur Erweiterung unserer Kenntnis der Flora des Rhät beizutragen, will ich hier wenigstens die Namen derjenigen Pflanzen anführen, von denen sicher bestimmbare Reste aus dem Rhät des Rathsbergzuges in der Lokalsammlung des mineralogisch-geologischen Instituts zu Erlangen vorliegen.

Aus dem Atzelsberger Steinbruch stammen mit Sicherheit:

Gutbiera angustiloba Presl
Clathropteris Münsteriana Schenk
Zamites distans Presl

Bei anderen Exemplaren mit der Fundortsangabe „Erlangen" oder „Rathsberg" bleibt es zweifelhaft, ob sie aus den Atzelsberger oder Marloffsteiner Brüchen herrühren. Es sind:

Acrostichites princeps Schenk
Asplenites Ottonis Göpp.
Andriania Baruthina Braun
Equisetum Muensteri Jäg.

B. Jura.

Unterer Lias.

Zu der beträchtlichen Mächtigkeit der vorhergehenden Glieder steht die dürftige Entwickelung der unteren Abteilung des Lias in scharfem Gegensatz. Sie beschränkt sich in unserem Gebiete auf 1—2 m. In petrographischer Beziehung unterscheidet sich der Untere Lias vom Rhätsandstein dadurch, dass er in Gestalt von stark eisenschüssigen und grobkörnigen, kalkreichen oder dolomitischen Bänken auftritt. Ein wesentliches Moment für die Scheidung des Unteren Lias vom Rhät in unserer Gegend ist das plötzliche, gänzliche Verschwinden von Pflanzenspuren, oder kohligen Fetzen, und zugleich das vereinzelte Auftreten von Molluskenresten.

a) Lias α.

Die Zone des Lias α bildet die Kante des Plateaus und nimmt noch einen mehr oder weniger breiten äusseren Randstreifen desselben ein. Der untere Lias kennzeichnet sich in seiner Ausbildung in vieler Hinsicht als Übergangsgebilde, als Absatz aus einer Zeit des Übergangs von Seichtwasser-Küsten

ja Festlandsfacies des Keupers mit vorherrschend sandigen Sedimenten in die jurassische echt marine Periode mit mergeligen oder dolomitisch-kalkigen Sedimenten. Dieser Übergangscharakter spricht sich aus in dem unstäten Wechsel von äusserst grobkörnigen, eisenschüssigen Sandsteinen mit geringer und oft unebener, wellig gebogener Schichtung, von dünnen wohlgeschichteten Lagen feinkörnigen Sandsteins und von grobklotzigen Dolomit- oder Kalkbänken mit viel oder wenig grossen Quarzbrocken und schliesslich mergeligen Bänkchen mit Phosphoritknollen. Charakteristisch für die Stufe des Lias α ist das Vorkommen von s. g. „Schwedenkugeln", feinkörnigen Sandsteinkonkretionen im grob- oder feinkörnigem Sandstein, die aus dem gleichen Material bestehen, wie die Schichten, in denen sie sich finden. Der äussere Teil derselben ist meist sehr fest, dicht und feinkörnig, während das Innere wenig widerstandsfähig ist und im zersetzten Zustande eine ockerige gelbe Masse bildet, die reichlich eckige, grobe Quarzkörner enthält. Nach v. Gümbel kämen die Schwedenkugeln in Franken speziell an der Basis des Angulatensandsteines vor. Am Rathsberg konnte ich sie in allen Schichten des Unteren Lias nachweisen, fand sie sogar neben einem Gryphäenreste in der oberen Abteilung. Einerseits diese Thatsache, andererseits die unregelmässige Abwechslung von teils dickbankigen, teils dünnplattigen Schichten machen es hier unmöglich, eine Grenze zwischen einer tieferen Stufe und einer höheren zu ziehen. Zur genauen Trennung derselben bieten auch die vorkommenden organischen Reste keinen Anhalt, denn die wenigen, die vorhanden sind, zeigen sich in ganz verkümmertem Zustande. Während in Schwaben die Gryphäen sehr üppig gerade in der Zone des Lias α entwickelt sind, kommen hier nur kleine Schalentrümmer davon vor mit punktförmigen Vertiefungen, die von den Eindrücken der angepressten groben Quarzkörner herrühren. Ausserdem fand ich ein kleines Exemplar einer *Avicula sinemuriensis* Lam. in einer feinkörnigen etwa 1—2 cm dicken Sandsteinbank, die öfter oberhalb der glimmerreichen lehmigen Sandsteinschicht des obersten Rhät auftritt und dann nach oben in plattenartige Konkretionen übergeht. Nach Analyse des Herrn Dr. Spohn enthalten die letzteren 10—15% Phosphorsäure. Von Ammoniten ist innerhalb des Lias α keine Spur vorhanden.

Die vollständigen bereits oben auf Seite 19 gegebenen Profile aus der Marloffsteiner Gegend veranschaulichen bereits die geschilderten Verhältnisse.

Zur Ergänzung und zum Vergleich derselben schliese ich hier noch einige weitere Profile an, welche besonders die verschiedenartige Ausbildung des Lias *α* gut erkennen lassen. Am geeignetsten in dieser Beziehung zeigt sich der grosse **Atzelsberger Bruch** im Süden des Weges nach Rathsberg, dessen langgestreckte Südwand dem Unteren und Mittleren Lias angehört. Gümbel[1]) gliederte nach früheren Aufnahmen den Lias von Atzelsberg in folgender Weise:

γ)	„Grauer, gelblich verwitternder Mergel mit *Plicatula spinosa*	3 m
β)	Lichtgrauer Mergel und grobkörniger Sandstein mit weissen Kalkgeoden, die *Ammonites raricostatus* enthalten (oberste Lage des Unteren Lias)	0,05 m
α)	fester, eisenschüssiger, grobkörniger Arietensandstein in uneben gebogenen Schichten	0,80 m
	Dünngeschichteter, eisenschüssiger, gelber Sandstein	1,0 m
	Feinkörniger, eisenschüssigerSandstein mit harten, weissen Knollen und Butzen (*Angulaten*region)	0,33 m.“

Nach Herrn Dr. Blanckenhorns mir gütigst zur Benutzung überlassenen Aufnahme und meinen eigenen Messungen stellt sich die Beschaffenheit der Aufschlüsse auf der Südseite des Bruchs folgendermassen dar:

I. Am Westende des Bruchs folgen über den Schichten des Rhätprofils auf Seite 19 oben noch:

	Ackererde	0,50 m
γ)	Schwärzlich grauer, schiefriger Mergel mit weissen Knollen	
β)	Grauer Mergel vermischt mit lehmigem Sand mit einförmigen Konkretionen, die *Amm. planicosta* und *ziphus* enthalten	0,09 m
α)	Grobkörniger, fester Sandstein	0,55 m
	Feinkörniger, dünngeschichteter gelber Sandstein mit phosphorhaltigen teils rundlichen, bis ovalen Konkretionen	0,60 m

II. Ungefähr in der Mitte des Südhangs desselben Bruchs haben wir folgendes Profil:

---

1) l. c. p. 439.

γ)	Schwärzliche Schieferletten mit unregelmässigen lösskindelähnlichen Kalkkonkretionen, die aber etwas Phosphorsäure enthalten	1,40 m
β)	Grauer Mergel, z. T. fester und mit eiförmigen Konkretionen mit Abdrücken von *Amm. planicosta.* Im Mergel zerstreut einzelne grobe Quarzkörner, vereinzelt Schwefelkies	0,07 m
	Dunkelbrauner Sand bezw. Sandstein	0,02 m
	Grauer Mergel	0,01 m
	Grober, gelber Sand mit Lehm wechselnd	0,005 m
α)	2. Typischer Arietensandstein in dünngeschichteten unregelmässigen Lagen	0,30 m[1]
	1. Grobkörniger Dolomit mit wenig Quarzkörnern, die von unten nach oben häufiger werden	0,35 m

Rhätkeuper

III. Im Verfolgen der Südwand des Bruchs erkennt man, dass die Schichten 1 und 2 nicht mehr scharf getrennt sind, sondern Dolomit und grobkörniger Sandstein in unregelmässigen Lagen mit einander wechseln, so dass mehr ein dolomitischer Sandstein, oder kieseliger Dolomit vorliegt, der schmitzenweise mit groben Quarzkörnern reich gespickt ist.

IV. Etwa 150 Schritt vom letzten Profil nahe am Ostende des Bruchs zeigt sich der Lias α wieder ähnlich gegliedert, indem er von oben nach unten besteht aus:

Braunem, sehr grobkörnigem, festem Sandstein mit dolomitischem Bindemittel	0,15 m
Braungelbem Dolomit	0,45 m

Für die östliche Marloffsteiner Hälfte des Rathsbergs, in welcher der Dolomit im Lias α mehr zurücktritt, sind folgende 2 Profile charakteristisch:

Steinbruch im N. von Luginsland.

Ackererde	0,50 m
Lockerer, rostfarbiger, dünngeschichteter Sandstein mit Gryphäenresten	0,40 m
Dickbankiger Sandstein mit Konkretionen	0,50 m
Dünner, gelber feinkörniger Phosphorsäure haltiger Sandstein	0,02 m

1) Bei Lissack. Inaug.-Diss. l. c. p. 30 irrtümlich in Folge Druckfehler 0,03 m.

Heller bröckeliger lehmiger Sandstein	0,10 m
Dunkelgrauer lockiger lehmiger Sandstein	0,30 m
Dünngeschichteter glimmerreicher Sandstein	0,10 m
Weisser Bausandstein	1,75 m

Steinbruch im N.O. von Marloffstein:

Ackererde	0,60 m
6 ungefähr 0,10—0,50 m dicke Bänke eines harten grobkörnigen Sandsteines mit Gryphäenresten und Schwedenkugeln. Nach O zu verschmelzen diese Bänke und bilden einen gelblichen Dolomit mit unregelmässig zerstreuten Quarzkörnern ohne Gryphäenreste, ohne Schwedenkugeln und Konkretionen	0,60—2 m
Thoniger Sand mit ovalen Konkretionen	0,60 m
Thoniger weisser Sandstein	0,20 m
Weisser bis grauer lehmiger Sandstein	0,40 m
Fester Bausandstein	6 m

b. Lias β.

Ist dieser Horizont zu wenig mächtig, um sich oberflächlich irgendwie geltend zu machen, so zeichnet er sich vor den umgebenden durch das Vorkommen einiger charakteristischer Petrefakten aus. Bei seiner geringen Entwickelung (höchstens 0,1 m) und seinem öfteren vollständigen Verschwinden ist der Lias β nur an wenigen guten Aufschlüssen bei sorgfältigster Untersuchung nachzuweisen. Der westlichste dieser Punkte ist eine kleine südlich von der Atzelsberg-Rathsberger Strasse im Felde gelegene Grube, die man zur Gewinnung des Arietensandsteins zu Strassenmaterial angelegt hat. Hier zeigen sich nachstehende Schichten:

γ) Schiefriger Mergel	0,35 m
β) Gelblich graue, teils mergelige, teils lehmig sandige Schicht mit *Ammonites planicosta* und *ziphus*	0,09 m
α) Dickbankiger, gelber rostfarbener Sandstein	0,75 m

Die besten und am längsten bekannten[1]) Aufschlüsse gewährt der alte **grosse Bruch bei Atzelsberg.** Hier breitet sich die Lias β-Schicht besonders am Ostende des Bruches aus, indem sie hier einen Teil des Bodens desselben anstehend bedeckt. Es sind Thone mit kleinen grauen eiförmigen Kalkgeoden, sowie Schwefelkieskonkretionen. Die Kalkgeoden enthalten Ab-

1) Vergl. Lissack l. c. p. 28.

drücke bezw. Steinkerne von *Amm. planicosta* und *ziphus*. Daneben finden sich Bruchstücke von Gryphäen und *Rhynchonella cf. belemnitica*, die aber vielleicht auch aus den Lias γ-Mergeln zwischengeschwemmt sind. Ein Aufschluss dicht daneben zeigt uns die Lage dieser Petrefaktenbank an der Basis des Lias γ:

γ)	Grauschwarzer Thonmergel	1,20 m
β)	Graue Mergel vermischt mit groben, dunklen Sanden und eiförmigen Konkretionen und Ammoniten	0,05 m
	Heller sandiger Lehm	0,04 m
α)	Oben dünngeschichteter, unten dickbankiger, dolomitischer Sandstein	0,60—1 m

In Bezug auf das weitere Auftreten der Betazone an den Wänden dieses Steinbruchs in dessen westlicher Hälfte sind die Angaben in den Profilen auf Seite 23 und 22 zu vergleichen.

Auch bei Marloffstein konnte Lias *β* mit seinen Leitfossilien aufgefunden werden, wenn auch nur in einem einzigen der Brüche. Dieser liegt im W des Dorfes im S des Wegs nach Rathsberg. Das Profil lautet daselbst:

	Ackererde	0,25 m
γ)	Schwarzer dünnschiefriger Mergel	0,50 m
β)	Gelblich brauner Sand	0,008 m
	Grauer Mergel mit *Am. planicosta* voll von groben Sandkörnern	0,01 m
α)	Dickbankiger Sandstein, oben bräunlich, unten weiss ohne scharfe Scheidung zwischen Arietensandstein und Rhät	2—3 m

Aus vorstehenden Profilen ergiebt sich, dass der Lias *β* seiner petrographischen Beschaffenheit nach aus eisenschüssigen, grobsandigen und aus mergeligen Gesteinen, die mehrfach Schwefelkies enthalten, besteht. Im Atzelsberger Steinbruch fand sich auch eine dünne Lage eines schwefelgelben Minerals. Aus einem Forchheimer Steinbruch, wo dieses bedeutend besser ausgebildet ist, hat Herr Dr. Spohn einige Proben untersucht. Da er in demselben schwefelsaures Eisenoxyd nebst Wasser und Natron gefunden hat, hält er es für identisch mit dem Breithauptschen Mineral „Gelbeisenerz“.

Die Versteinerungen des Lias *β* sind vielfach in eiförmig grauen Kalkkonkretionen enthalten in Form von Abdrücken und Steinkernen. Dieselben gehören grösseren Teils zu *Ammonites (Aegoceras) planicosta* Sow., wie ich mich durch genaue Untersuchung der einzelnen Exemplare überzeugte; nur einige grössere

Individuen sind als *Amm.* (*Aegoceras*) *ziphus Ziet.* anzusprechen. Ausserdem entdeckte Herr Privatdozent Dr. Blanckenhorn einen Abdruck eines Ammoniten, den ich als *Ammonites lacunatus* Buckmann bestimmte. In Württemberg soll letzterer direkt über dem Betakalke innerhalb des Lias *β* liegen, deshalb hat Quenstedt dort eine Lacunatenregion aufgestellt. Ausser den Ammonitenabdrücken kommen noch selten Schalentrümmer von *Gryphaeen* (wohl *G. obliqua* Goldf.) und *Rhynchonella cf. belemnitica* Quenst. sp. im Lias *β* von Atzelsberg vor.

V. Gümbel[1]) erwähnt das Vorkommen von *Ammonites* (*Arietites*) *raricostatus* Ziet. bei Atzelsberg. Trotz eifrigsten Suchens danach gelang es mir nicht, denselben aufzufinden. Vielleicht, ja wahrscheinlich handelt es sich bei dieser Namengebung um die in so zahlreichen Exemplaren mir vorliegende Leitform, die ich aber nach sorgfältigster Prüfung und Litteraturstudien unmöglich anders als *Aegoceras planicosta* nennen kann und die von *Arietites raricostatus* Ziet. auch generisch verschieden ist, da ihr jede Spur eines Externkieles abgeht.

Mittlerer Lias.

Den Mittleren Lias teilt man nach dem Vorgehen von Quenstedt in die Stufen der Numismalismergel und der Amaltheen- und Costatenthone. Leider fehlt es auf dem Plateau an grösseren Aufschlüssen, die beide Stufen im Zusammenhang und gegenseitigem Übergang blosslegten. Die Verbreitungsgrenze beider konnte daher überall nur durch fleissiges Aufsuchen der jeweiligen auf den Feldern liegenden Leitfossilien (*Waldheimia numismalis*, *Ostreen*, *Gryphaeen* und *Ammonites capricornus*, *Davoei* und *Bechei* im Lias *γ* und *Ammonites margaritatus* und *spinatus* im Lias *δ*, bestimmt werden.

Mit Ausnahme des sogenannten Zölg eines im S. von Atzelsberg auf der Höhe des Plateaus gelegenen mit Wald bewachsenen Stücks, wird der im ganzen fruchtbare Boden des Mittleren Lias zum Feldbau benutzt. Bei dem Dorfe Rathsberg sind die Felder viel mit Obstbäumen (Kirschen- und Äpfelbäumen) bepflanzt.

---

1) V. Gümbel: Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb p. 440.

c. Lias γ. Die Numismalismergel.

Die Numismalismergel verbreiten sich auf dem Plateau in einem randlichen Band von ungleicher Breite, das von nur höchstens 1 m an verschiedenen Stellen, so im N. von Atzelsberg unmittelbar südlich des grossen Steinbruchs und bei Adlitz, sowie am Südrand bei Marloffstein bis zum Maximum von 320 m im S. des genannten Wäldchens Zölg anwächst, dessen Südrand selbst noch den obersten Lagen anzugehören scheint. Nur am Westende des Plateaus beim Dorfe Rathsberg herrschen die Numismalismergel allein.

Die Mächtigkeit beträgt nur 2—4 m.

Petrographisch sind die Schichten von dem Unteren Lias im Liegenden leicht, um so schwerer aber von den hangenden Amaltheenmergeln zu unterscheiden. Die vielen Quarzkörner, die reichlich auf den Feldern innerhalb der Zone des Lias α sich zeigten, verschwinden mehr und mehr. Es herrschen Schieferthone und Mergel von grauer oder schwärzlicher Farbe, die zuweilen einem ockerigen, oder bräunlichen Gelb Platz machen, besonders in der Umgebung der oft zahlreichen, konzentrisch schaligen Thoneisensteinknollen. Ausser letztern finden sich dichte, graue Konkretionen, die viel Phosphorsäure enthalten, im Gegensatz zu denen des Lias β aber meist grösser und unregelmässiger, fast wie Lösskindel, geformt sind.

Von W. nach O. wandernd finden wir den ersten günstigeren Aufschluss in den Numismalismergeln im S. von Rathsberg in der dortigen Lehmgrube. Die dünngeschichteten, bröckligen, grauen Mergel derselben enthalten, wenn auch sehr spärlich, das Leitfossil, die *Waldheimia numismalis* Lam. sp. Sellheim[1]) hat diesen Aufschluss auf Foraminiferen untersucht und entdeckte:

Ammodiscus infimus Strickl. sp.
Marginulina? irregularis Sellh.

Der mehrfach erwähnte Rhätsandsteinbruch im SW. von Atzelsberg schliesst an seiner Südseite auch noch $1^1/_2$—2 m der Numismalismergel auf. Die Lagen und Brocken des schwärzlichen Mergelthons haben eine Dicke bis zu 0,02 m und ent-

(1 F. Sellheim: Beitrag zu d. Foraminiferenarten d. fränk. Juraformation Inaug.-Diss. Erlangen.

halten viele oft unregelmässige z. T. lösskindelähnliche Kalkkonkretionen, oder auch kleine Schwefelkies- und Thoneisensteinausscheidungen. Feste Bänke fehlen hier durchaus innerhalb der Numismalismergel. Fossilien wurden ausser kümmerlichen Gryphäentrümmern nicht vorgefunden.

Diese einförmige Beschaffenheit und Petrefaktenarmut der Numismalismergel im NW. des Rathsbergs ändert sich gegen S. und O. zu. Schon auf den Feldern im O. der Rathsberger Lehmgrube bis zur Südwestecke des Wäldchens Zölg kann man Schalen von *Gryphaeen*, *Plicatula spinosa*, *Rhynchonellen* und *Spiriferinen* auflesen. Am Südrand dieses Wäldchens aber trifft man häufig aus den Äckern geworfene Blöcke einer festen Kalkbank, die fast ganz aus Stiel- und Armgliedern von *Pentacrinus basaltiformis* besteht, ausserdem aber noch folgende Fossilien enthält:

Spiriferina verrucosa v. Buch (häufig).
Waldheimia numismalis Lam. *sp.* (nur vereinzelt).
Rhynchonella variabilis Schloth. *sp.* (häufig).
„ *furcillata* Theod. *sp.*
Ostrea semiplicata Münst. bei Goldfuss (*O. cymbii.* Opp.)
Anomia? sp.
Plicatula spinosa Sow.
Lima punctata Sow.
Inoceramus substriatus Münst.
Belemnites clavatus Schloth. (häufig).
„ *elongatus* Mill.

Diese Fauna und die Lage des betreffenden Punktes dicht an der Grenze der durch häufige Exemplare von *Amaltheus margaritatus* wohl gekennzeichneten Amaltheenmergel weisen der Pentacrinitenbank ihre Stellung in der oberen Hälfte der Numismalismergel an. Möglicherweise ist sie ein genaues Äquivalent der Pentacrinusbank im Lias γ Schwabens[1]), die der Mittelzone des Lias γ mit *Ammonites Jamesoni* und *ibex* angehört. In der Gegend von Luginsland und Marloffstein stellen sich in der Oberregion der Numismalismergel, der Zone des *Ammonites Davoei* und *capricornus* an die Grenze gegen die

---

1) Vergl. Engel, Th. Geognostischer Wegweiser durch Württemberg 1893, p. 96.

Amaltheenthone mehrfach hellgraue, harte, dichte Mergelkalke ein, die eine zusammenhängende Bank von 5—15 cm Dicke bilden können, häufiger aber in Form grosser, flacher, ellipsoidischer Knollen erscheinen, im Innern härter, als in der Peripherie und äusserlich gelb bis rostbraun gefärbt. Diese Mergelkalke werden von den Bauern auf den Feldern ausgegraben und zur Beschotterung der Wege, zum Kalkbrennen und Mauerbau verwandt. Sie enthalten besonders riesige Exemplare von *Ammonites fimbriatus* Sow. bis zu 0,45 m Durchmesser, ferner:

Ammonites capricornus Schloth.
Belemnites elongatus Mill.
Pecten priscus Schloth.
„ *subulatus* Münst.
Anomia numismalis Quenst.

Diese Steinmergel sind aber dort keineswegs auf die Grenze zwischen Lias γ und δ beschränkt, man trifft sie in genau derselben Beschaffenheit innerhalb der Amaltheenzone an, nur führen sie dann andere Leitformen: *Ammonites margaritatus* und *Bel. paxillosus* neben *Ammonites fimbriatus*, der auch hier ständiger Begleiter ist. Da die letztgenannte Ammonitenart überall gerade an die Facies der harten Mergelkalke gebunden scheint, können wir diese als Fimbriatenbänke des Mittleren Lias bezeichnen.

Im allgemeinen sind sie, von *Belemniten* abgesehen, arm an organischen Einschlüssen, soweit sie innerhalb der Numismalismergel liegen, doch nimmt, wie es scheint, der Fossilgehalt von W. gegen O. zu. Vom äussersten Ostende des Rathsbergplateaus bei Ebersbach liegt mir ein handgrosses Stück Mergelkalk vor, das folgende Reste aufweist:

Spiriferina verrucosa v. Buch
Rhynchonella calcicosta Quenst.
Gryphaea obliqua Goldf.
Hinnites cf. tumidus Ziet.
Pecten strionatis Quenst.
„ *priscus* Schloth.
Belemnites clavatus Schloth.

Ausser den bis jetzt genannten Petrefakten wurden auf dem Rathsberg innerhalb des Lias γ noch folgende gefunden:

Belemnites umbilicatus Blainv.
Ammonites (*Cycloceras*) *Maugestini* d'Orb. *sp.*
„ (*Liparoceras*) *Bechei* Sow. *sp.*
„ (*Dactylioceras*) *Davoei* Sow.
Gryphaea cymbium Lam.

d. Amaltheenmergel (Lias δ).

Diese Stufe bildet den Abschluss der mesozoischen Flötzschichten am Rathsberg und nimmt dessen höchste Regionen und die Mitte des Plateaus ein. In einem schmalen Streifen erscheint sie zuerst 200 m südöstlich vom Dorfe Rathsberg an dem höchsten Punkt des westlichen Plateauteils (389,3 m). Der Streifen verbreitet sich mit dem Zölgwald, der grösstenteils auf den Amaltheenthonen steht und zieht sich nun in gleicher Breite nach O. bis gegen Ebersbach.

Die Mächtigkeit schwankt zwischen 10 und 20 m. Es sind dunkle Mergel, reich an Thoneisensteinkonkretionen von grösserem Umfange, als im Lias γ. Diese Konkretionen haben eine länglich runde Form; beim Zerfallen zeigen sich deutlich konzentrische Lagen und im Innern oft Ausfüllung durch mürben Eisenocker. Durch den gleichzeitigen grossen Gehalt der Knollen an Phosphorsäure ist zum Teil auch die Fruchtbarkeit der Felder mitbedingt.

In dieser Stufe scheiden sich zweierlei Arten von härteren kalkigen Bänken aus. Die erste haben wir oben schon als „Fimbriatenbänke“ charakterisiert. Es sind die knolligen grauen Mergelkalke in der Grenzregion gegen den Lias γ in der Gegend von Marloffstein.

Neben diesen dicken Gesteinsblöcken findet man auf den Feldern im W. von Marloffstein bis Atzelsberg und Rathsberg noch ockerfarbene nur 1—3 cm dünne Platten eines schwach eisenhaltigen Dolomits, die beim Schlagen einen klingenden Ton geben. Auch diese Bänke scheinen sich im Lias δ auf die Nähe der Grenze zwischen Numismalis- und Amatheenmergel zu beschränken. Sie enthalten in der Regel keine Petrefakten.

Von Aufschlüssen, die sich durch Petrefaktenreichtum auszeichnen, sind besonders zwei bemerkenswert, einer bei Atzelsberg und einer bei Marloffstein. Nur ungefähr 60 Schritt südlich von dem mehrfach genannten grossen Atzelsberger Steinbruch am Wege nach Rathsberg liegt in der Mitte zwischen ihm und dem Zölgwäldchen ein dreieckiger Teich, der in dem hier anstehenden Amaltheenmergel künstlich eingegraben ist. An den Südrändern dieses Teiches und auf dessen Grund findet man lose herumliegend eine minutiöse Fauna von ganz jungen Ammoniten in Steinkernen aus Brauneisenstein, vermengt mit zahlreichen anderen Mollusken, Brachiopoden u. s. w. Die Foraminiferen dieses Aufschlusses hat schon Sellheim[1]) untersucht. Er giebt von hier an:

Dentalina cf. lamellosa Terq.
Cristellaria Oebbekei Sellh.

Herr Dr. Blanckenhorn und ich selbst fanden ausserdem:

Pentacrinus subangularis Mill.
Cidaris amalthei Quenst.
Spiriferina rostrata v. Schloth. *sp.*
„ *Walcotti* Sow. *sp.*
Rhynchonella amalthei Quenst.
„ *furcillata* Theod. *sp.*
„ *scalpellum* Quenst.
„ *triplicata* Quenst.
Pecten priscus v. Schloth.
„ *textorius* v. Schloth.
„ *textilis* Münst?
Plicatula spinosa Sow.
Nucula cf. cordata Goldf.
Nautilus intermedius Sow.
Amaltheus margaritatus Montf. } nur Brut.
„ *spinatus* Brug }
Lytoceras fimbriatum Sow.
Belemnites clavatus v. Schloth.
„ *paxillosus* v. Schloth.

Die beiden Zonenammoniten der zwei Zonen des Lias δ *Amaltheus margaritatus* und *spinatus* zeigen sich also hier an

1) Sellheim, l. c. p. 9.

der Basis der Amaltheenmergel gleichzeitig nebeneinander, ja die Brut des *A. spinatus* überwiegt bereits diejenige der blutsverwandten älteren Art. Von beiden aber sind keine ausgewachsenen Individuen zwischengemengt, ebensowenig wie von *Lytoceras fimbriatum*.

Etwas anders erscheint die Fauna der tiefsten Amaltheenschichten dicht nordöstlich von Marloffstein links von dem Wege nach Ebersbach an einer alten Mergelgrube im Felde:

Nodosaria duodecim-costata Sellh.
Dentalina grandis Sellh.
„ *vaginoides* Sellh.
„ *cf. fontinensis* Terq.
D? subquadrata Sellh.
D. sp.
D. cf. pauperata d'Orb.
Vaginulina cf. jurensis Gümb.
Cristellaria semidirecta Sellh.
„ *impleta* Terp. *et* Berth.
„ *Blanckenhorni* Sellh.
Robulina vulgaris Schwag.
Frondiculina cf. Baueri Burb.
Pentacrinus subangularis Mill.
Apiocrinus sp.
Cotylederma sp.
Cidaris cf. amaltheoides Quenst.
Pecten priscus v. Schloth.
„ *aequivalvis* Sow.
Plicatula spinosa Sow.
Pleurotomaria expansa Sow. sp.
Nautilus intermedius Sow.
Amaltheus margaritatus Montf. häufig in grossen Exemplaren.
Amaltheus spinatus Brug. nur sehr spärlich.
Lytoceras fimbriatum Sow.
Belemnites clavatus Schloth.
„ *paxillosus* Schloth.
„ *umbilicatus* Blainv.

So wie an den genannten besten Aufschlüssen zeigte sich auch sonst an den Wegeinschnitten, Gräben und auf den

Feldern ein Zusammenvorkommen von *Ammonites margaritatus* und *spinatus* in den tieferen Lagen der Amaltheenschichten. *Ammonites spinatus* ist eben so gut wie überall verbreitet; das Auftreten v. *A. margaritatus* beschränkt sich allerdings auf die Unterregion. Eine Trennung in zwei durch das Alleinvorkommen der beiden Ammoniten gekennzeichneten Zone lässt sich also beim Kartieren hier nicht durchführen, wie es anderwärts geschehen ist.

Von weiteren Fossilienarten ausser den bei den beiden so petrefaktenreichen Aufschlüssen schon genannten Arten habe ich aus dem Lias δ des Rathsbergplateaus nur noch anzuführen:

Turritella velata Münst.
Pleurotomaria anglica Goldf.

C. Diluvium[1])

Am Rathsbergzuge giebt es Diluvialablagerungen der mannigfaltigsten Art. Sand, Kies, Geröll, Lehme, letztere kalkfrei und kalkhaltig, mit allen Übergängen von einem zum andern finden sich, so dass es deshalb oft unmöglich ist, sie durch eine scharfe Grenze zu trennen. Wie es bei Festlandsgebilden überhaupt, speziell aber den hier in Betracht kommenden fluviatilen Anschwemmungen die Regel ist, nehmen die älteren Gebilde im Anschluss an die letztvergangenen marinen Absätze die Höhen ein, die jüngeren Absätze aber ziehen sich an den Thälern, die im Laufe der Quartärperiode immer tiefer erodiert wurden, in Form von Terrassen die Gehänge hinab bis zum heutigen Thalgrunde.

Umgekehrt wie bei der bisherigen Schilderung wollen wir hier aus Zweckmässigkeitsgründen den chronologischen Gang der Betrachtung verlassen und mehr topographischen Gesichtspunkten folgend mit den zuerst ins Auge fallenden Diluvialabsätzen des heutigen Thales beginnen, von denen wir zu höher gelegenen älteren Terrassenbildungen fortschreiten.

Bei diesem Emporsteigen aus dem Schwabachgrunde bei Erlangen zu dem Plateau des Rathsbergs begegnen uns von

1) Ich verweise für die folgenden Untersuchungen auf die Arbeit von Privatdozent Dr. Blanckenhorn: Das Diluvium der Umgegend von Erlangen (Sitz. d. phys.-med. Soc. Erlangen, 11. Juni 1895.)

Diluvialbildungen zunächst mächtige lose Sandablagerungen, die nur relativ kleine Gerölle einschliessen. Sie bilden eine regelmässige Terrasse von 4—9 m über der Schwabach und Regnitz, auf der auch die Stadt Erlangen im S. der Schwabach und ihre Vorstadt Essenbach im N. der letzteren zum Teil liegen. Dr. Blanckenhorn hat diese Terrasse mit der sogenannten „Niederterrasse" am Rhein parallelisiert. Von den die Flussufer begleitenden noch tiefer gelegenen Alluvialflächen mit ihren Wiesengründen hebt sich die Niederterrasse durch einen bald mehr, bald weniger plötzlichen Abfall ab. Oft ist als vermittelndes Glied zwischen Alluvium und Niederterrasse noch eine Vorterrasse der letzteren eingeschaltet. Das Sandmaterial der Niederterrasse rührt von der Zerstörung der Sandsteine des Mittleren und Oberen Keupers in den Teilen des Flussgebietes der Schwabach und Regnitz her, die oberhalb der betreffenden Stelle sich befinden. Die Diluvialsande der Niederterrasse liegen im Süden des Rathsbergs unmittelbar dem Burgsandstein auf, dessen Verwitterungsprodukt meist nur durch genaue Bodenuntersuchung von dem Aufschwemmungsboden zu trennen ist. Durchschnittlich bezeichnet der südliche, vielfach mit Eichen bepflanzte Rand des Föhrenwalds die Grenze zwischen dem anstehenden Grundgebirge und dem Diluvium. Meist kann man das Auftreten rotbraunen Lehmbodens als Zeichen einer lokal verbreiteten Lettenlage im Burgsandstein, also als Merkmal dafür ansehen, dass Diluvialsand hier nicht vorhanden ist. Nur an wenigen Stellen enthält auch die Niederterrasse sandiglehmige oder reinlehmige Schichten. So ist bei dem Bahnhof Spardorf durch ein Schienengeleise grauer Thon und lehmiger Sand mit kleinen Geröllen aus Keuper und Jura etwa $1^1/_2$ m tief angeschnitten. Im Norden des Rathsbergs steigen die Diluvialsande der Niederterrasse gemäss dem oben geschilderten nördlichen Einfallen der unterliegenden Keuperschichten und dem Hinabgehen der Zanclodonletten bis zum Bergesfuss bis zu letzteren empor, und nehmen bei Bubenreuth, Igelsdorf, Schneckenhof, Langensendelbach grössere Flächen ein, als im S. auf dem nördlichen Schwabachufer.

Eine Diluvialerscheinung von besonderem Interesse ist innerhalb des Gebietes der Niederterrasse in der Lehmgrube oberhalb Sieglitzhof am Rande des Meilwaldes zu beobachten.

Ich habe dieselbe bereits oben bei der Behandlung des Burgsandsteins gelegentlich der Erwähnung dieser Lehmgrube ausführlich geschildert. Es sind dort Zapfen von rotem, grobkörnigem Sand oder Sandstein von der Oberfläche her in die Keuperletten eingesenkt. Eine Diluvialbedeckung ist an jener Stelle unter der Dammerde nicht wahrzunehmen. Der Innenrand der mit Sand bedeckten Niederterrasse endigt etwas unterhalb der Lehmgrube, die danach zwischen dieser und der Hochterrasse gelegen ist. Dass es sich um keine gewöhnlichen geologischen Orgeln, die hauptsächlich auf chemischem Wege durch kohlensäurehaltiges Sickerwasser in Kalksteinen an deren Oberfläche ausgelaugt werden, handelt, geht aus der Beschaffenheit der Umgebung hervor; denn Keuperletten wären durch solch ein Medium nie ausgelaugt worden. Sie müssen durch mechanische Wirkungen hervorgerufen sein, sei es nach Art von Austrocknungsrissen, oder durch grabende Steppenbewohner der zweiten Interglazialzeit vor Bildung der sich an jene Lehmgrube anschliessenden Niederterrasse, sei es durch Wasser oder Eiswirknngen, sei es endlich gar durch Menschenhände. Am meisten neige ich mich der Ansicht zu, dass die Zapfen erweiterte Klüfte sind, welche durch einstürzende Oberflächenwasser erweitert wurden, und in die mit der Vertiefung gleichzeitig das sandige Material von oben nachstürzte.

Der lose Sand des Burgsandsteins hat sich teilweise zu Dünen angesammelt. So sieht man im Meilwalde rechts vom „Atzelsberger Steig“ terrassen- oder treppenförmige Erhebungen aus mächtigen Sandmassen ohne Gerölle aufgebaut. Nach Blanckenhorn würden diese Sandverwehungen in die zweite grosse Interglazialzeit oder Trockenepoche des Diluviums zwischen der Bildung der Hoch- und der Niederterrasse fallen, als Äquivalent des später zu schildernden Löss von Spardorf. Diese welligen Dünen ziehen sich nordöstlich bis zum Militärschiessplatz hin.

An ihre Stelle treten im O. von Spardorf an Sande und Lehme der „Hochterrasse“ mit vielen Geröllen. Von letzteren fallen durch ihre Grösse am meisten solche aus dem Personatensandstein (der Zone des *Ammonites Murchisonae*) des Untern Dogger auf. Wo diese Eisensandsteingerölle noch über dem Burgsandstein an der Oberfläche entblösst liegen, nehmen sie

vielfach die Gestalt der sogenannten Dreikanter an, bei denen durch zwei an einander stossende gewölbte Flächen eine stumpfwinklige Kante scharf entwickelt ist, was man nur auf die abschleifende Wirkung des vom Winde getriebenen Sandes zurückführen kann. An der linken Seite der Strasse von Erlangen nach Spardorf direkt vor dem Dorfe machen sich über den roten Zanclodonletten braune Lehmschichten mit Geröllen von Eisensandstein und Thoneisenstein bemerkbar, die auf benachbarten Feldern mit sandigen Schichten wieder zu wechsellagern scheinen. Durch eine Menge von auflagernden Rollstücken zeichnen sich auch die Uttenreuther Weinberge[1]), welche ebenfalls von Zanclodonletten gebildet sind, aus. Es herrschen hier wieder grössere Stücke von Eisensandstein mit *Pecten pumilus* Lam., neben denen Rhätsandsteine und Thoneisensteine vorkommen.

Mächtigere Diluvialbedeckungen in mannigfaltigerem Wechsel der Schichten finden wir noch weiter den Rathsberger Höhenzug hinauf, oberhalb Spardorf über den Zanclodonletten. Es sind Gebilde, wie sie nur von einem Riesenstrom abgesetzt sein können. V. Gümbel[2]) sagt: „Tritt ein Fluss bei Hochwasser über seine Ufer und überschemmt die benachbarten Thalniederungen, in welchen das Wasser zur Ruhe kommt, so setzen sich an solchen Stellen selbst auch im Oberlauf alle mitgeführten Flutstoffe ab, und es entstehen hier Sedimentgebilde, die in den tiefsten Lagen vorherrschend aus Geröll, in den höheren aus Sand und in den höchsten aus Lehm bestehen.“ In derselben Reihenfolge hat sich der Absatz von Geröllen, Sand und Lehm ausgezeichnet auch auf den Zanclodonletten vollzogen. Am besten zeigt sich dieser Schichtenaufbau in der Spardorfer Lehmgrube, die etwa 310 m über dem Meeresspiegel (nach Messung mit Nivellierapparat) rechts an der von Spardorf nach Marloffstein führenhen Strasse gelegen ist. Die Grube stellt einen von SSW. nach NNO. sich hinziehenden Hohlweg dar, der sich kesselartig erweitert. Das vollständigste Profil befindet sich etwa in der Mitte der Ostseite, wo der Ab-

1) Irrtümlicherweise ist auf der geognostischen Karte Blatt Bamberg diese Stelle als Burgsandstein koloriert.

2) v. Gümbel: Grundzüge d. Geologie 1888 p. 318.

bau sehr stark betrieben wird und die Wände noch frisch anstehen. Der Aufschluss lässt folgende Schichtenreihe unterscheiden:

Profil I:

Lehmschicht (Laimen)	1. Rötlich gelber Lehm mit schwarzen Flecken. Nach oben nimmt er eine mehr gelbliche Farbe an	0,50 m
	2. Dunkel grauer bis schwärzlicher Lehm mit vielen hagelkorngrossen schawrzen Knöllchen	0,15 m
	3. Rötlich lehmige Schicht mit einzelnen Wurzeln	0,07 m
	4. Lage wie 2	0,16 m
	5. Heller, braungelber Lehm, unten sandige Schichten enthaltend	0,10 m
Sandige Schicht	6. Sandige Lage mit einzelnen Trümmerstücken aus Dogger β und einem ovalen faustdicken Rhätsandsteingeröll, in der Mitte von einem sich auskeilenden Sandbande unterbrochen	0,48 m
Geröllschicht	7. Gelblich brauner Lehm, durchzogen von grünen Bändern[1]) und einzelnen Geröllen	0,10 m
	8. Dunkler grauer Thon mit Geröllen aus Dogger, Lias δ und Rhätsandstein	0,50 m
	9. Geblicher Lehm mit Rhätsandsteinlagen, Thoneisensteine, *Ammonites spinatus* und einige Eisensandsteine enthaltend	0,25 m

Die Diluvialablagerungen ruhen auf einer schwach wellig verlaufenden Oberfläche der Zanclodonletten. 10 Schritt weiter nördlich an derselben Wand sind die Letten stark in die Höhe gebogen. Wahrscheinlich wurden diese Stauchungen durch die Last der darauf gestürzten Massen, speziell der Sandsteinblöcke hervorgebracht. Ist es doch eine allgemeine Erscheinung, dass Gesteine von thoniger Beschaffenheit einem auf sie einwirkenden Druck leicht nachgeben und ihren früheren Zusammenhang und ihre Lage verändern.

---

1) Die Färbung verdanken diese Adern oder Schnüre dem Verwesungsprozess organischer Gebilde, der Wurzeln. Den in ihrer Umgebung vorhandenen Eisenoxydverbindungen wird dabei der Sauerstoff entzogen und die aus der Verwesung der Wurzeln horvorgehende Kohlensäure verbindet sich mit dem Eisenoxydul zu kohlensaurem Eisenoxydul, ein Vorgang, der die rote Farbe der Letten in eine graue bis grüne verwandelt.

Dazu kommt vielleicht noch die erodierende Kraft des Wassers. Das in wirbelnde Bewegung gesetzte, aus grossen Gesteinsblöcken bestehende Flutmaterial hat die Vertiefung in die Letten gebohrt. Auf diese Art können mehrere Löcher hinter einander entstanden sein, und der Boden hat so eine wellige Form erhalten.

Grosse und kleine Rollsteine finden sich teilweise in unregelmässiger Lagerung ohne eine Spur von Schichtung einige Schritte weiter südlich von Profil I. Es ist eine konfuse Anhäufung von Trümmerstücken mit mannigfachen Zwischenmitteln vermischt, wie es bei über einander geworfenem Gesteinsmaterial vorzukommen pflegt.

Dort, wo man vollständig geschichtete Lagen wahrnimmt, wie im aufgenommenen Profile, zeigt die Geröllschicht in buntem Wechsel sandige, lehmige und thonige Massen, in denen Gesteine aus dem Keuper, Lias nnd Dogger mehr oder weniger angehäuft sind. Die Form der Gerölle lässt auf länger andauernde Wasserwirkungen schliessen. An den meisten erkennt man eine stärkere oder geringere Rundung. Am wenigsten haben die Personatensandsteine ihre frühere Gestalt verloren. An ihnen erblickt man oft nur ein oder zwei Seiten, die abgeschliffen oder mit alten Wellenfurchen versehen sind, während die übrigen Teile ihre frühere Rauheit bewahrt haben. Die Keupergerölle sind teils rund oder oval, teils nur an den Kanten abgestossen. Gekritzte oder geschrammte Geschiebe kommen nicht vor.

Die Grösse der einzelnen Gesteine ist sehr verschieden. Besonders fiel mir durch seinen Umfang ein im NO. der Grube liegender Keupersandsteinblock auf, dessen Kubikinhalt 3—4 cbm. beträgt. Derselbe ist an den Kanten abgerundet. Wahrscheinlich hat er keinen weiten Weg zurückgelegt, sondern stammt aus den etwas weiter nördlich anstehenden Rhätsandsteinschichten.

Von Versteinerungen kommt hauptsächlich das Leitfossil des Dogger β vor, der *Pecten pumilus* Lam. Ausserdem fanden sich:

Trigonia striata Sow.
Nucula triquetra Münst.

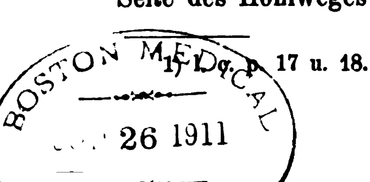
Pseudomonotis substriata Münst.
Turbo cyclostoma Ziet.
Turritella velata Münst.
Chenopus gracilis Münst.
Amaltheus spinatus Brug.
" *margaritatus* Montf.
Lytoceras cornucopiae d'Orb.
Dactylioceras communis Sow. *sp.*
" *Hollandrei* d'Orb. *sp.*
Harpoceras costula Rein.
" *cf. lythense* Young a. Bird.
" *quadratus sp.* Quenst.
" *Murchisonae* Sow.
Belemnites elongatus Mill.
" *clavatus* Schloth.
" *paxillosus* Schloth.

In grösster Mächtigkeit und ohne von den beiden eigentlichen Sand- und Lehmlagen bedeckt zu sein, tritt die Geröllschicht am Eingange der Grube an der linken Seite des Hohlweges auf. Es zeigt sich hier:

Profil II.

1) Brauner Lehm, nach oben hin einige Sandschmitzen, an der Basis Burgsandstein- und Rhätsandsteingerölle und vereinzelt Kalkkonkretionen enthaltend	0,50 m
2) Graue Lehmschicht mit kleinen Butzen aus Zanclodonletten. In dieser befinden sich Belemniten-, Ammoniten- und Schneckenreste	0,32 m
3) Brauner roter Lehm, unterbrochen von einigen Nestern von Kalkkonkretionen. In der Lehmschicht lagern zerstreut einzelne Bruchstücke von Personatensandsteinen, ein halber *Ammonites margaritatus* Montf., Breccienstücke aus dem Zanclodonletten und runde Thoneisensteine	0,45 m
4) Grau brauner Lehm, unterbrochen von kleinen Thonbändchen	0,40 m
5) Dunkel brauner Lehm mit kleinen Sandbänken abwechselnd; viele Gerölle aus dem Personatensandstein und mehrere Überbleibsel von Ammoniten und Belemniten	0,25 m

Dr. Blanckenhorn[1]) weist nach, dass an der linken Seite des Hohlweges in der Mitte der Ablagerungen sich eine



1) l. c. p. 17 u. 18.

geröllfreie, kalkhaltige Schicht befindet und führt zugleich das Äquivalent dazu in anderen Profilen an. Meiner Ansicht nach lässt sich diese Reihenfolge nicht überall in ganz gleicher Weise verfolgen. Es wechseln, wie schon oben bemerkt, geröllhaltige und geröllfreie, kalkhaltige und kalkfreie Lagen mehr oder weniger ab. An der betreffenden Wand zeigen sich kalkhaltige Bänder und lehmige Schichten bald höher, bald tiefer gelegen. Diese Abwechselung sehen wir auch in einem Aufschluss, der sich einige Schritte N. von Profil I darbietet:

Profil III.

Lehmschicht (Laimen)	1) Rötlich gelber Lehm, durchzogen von Schnüren von grau grüner Farbe	0,60 m
	2) Dunkler Lehm mit Bohnerzknollen	0,12 m
	3) Rötlich gelber Lehm, nach unten in sandige Bänder übergehend, die sich schnell nach beiden Seiten auskeilen	0,80 m
Sandige Schicht	4) Hellrote sandige Schicht. In der Mitte lagert ein kopfgrosser Block aus Rhätsandstein; unten befindet sich eine dunklere Schicht, die vollständig von Eisensandsteintrümmern besät ist	0,50 m
Geröllschicht	5) Dunkelgrauer kalkhaltiger Lehm mit Sandsteinstücken und Belemnitenresten. Oben lagert ein Rest von grobkörnigem Sande	
	6) Hellrote Lage von Lehm nach S. sich auskeilend, mit Personatensandsteingeröllen und einzelnen Thoneisensteinen	0,20 m
	7) Hellgraue thonige Masse ohne Gerölle	0,10 m
	8) Gelblicher Lehm, fast ohne Gerölle	0,08 m

Wellig gebogene Zanclodonletten.

Die Schichten 5—8 stellen die Schotter dar. Sie bilden das Äquivalent zu den im Profil II bezeichneten, ferner entsprechen sie den Schichten 7—9 im Profil I. Die dann folgende Lage 4, auch noch der oberste Teil von 5 und der unterste von 3 bilden die den Geröllen sich stets anschliessende Sandschicht; im Profil I Lage 6).

Von dieser ist nur wenig zu erwähnen, da sie im Verhältnis zu den beiden sie umschliessenden Hauptschichten schwach entwickelt ist und eine Mächtigkeit von etwa 0,50 m erreicht.

Der letzte Absatz, die eigentliche Lehmschicht, bei weitem stärker ausgebildet, als die unteren Lagen, unterscheidet sich besonders dadurch, dass der Lehm kein grösseres festes Gestein

aufweist. Hier hat der Strom die feinsten Bestandteile, die Schlammpartikel, abgelagert, wozu sich auch der vom Winde aufgewehte und ortgetragene Gesteinsstaub gesellt hat. Die Stelle der Schotter nehmen kleine Bänder von manganhaltigem schwarzem Bohnerz an, die, von lichten Rändern eingefasst, die Schichtung des Lehmes andeuten, der durch keine grössere Zwischenlage abgeteilt und gegliedert ist. (cf. Profil I, Schicht 1—5 und Profil III, Schicht 1—3). Zur Ergänzung weise ich hier wieder auf die erschöpfenden Darlegungen von Dr. Blanckenhorn hin. In denselben wird eingehend und klar gezeigt, dass diese Lehmbedeckung entkalkter Löss, Laimen genannt, ist, und die Manganeisenknöllchen aus der Konzentrierung der in demselben enthaltenen Eisensubstanzen sich gebildet haben.

In einer Lehmgrube, 130 Schritt weiter nördlich, an der linken Seite der Strasse gelegen, hat sich der Löss noch erhalten. An zwei Stellen der Grube rechts und links ist Löss, in der Mitte Lehm angeschnitten, welch letzterer dem der Hauptgrube vollständig gleicht. Der Löss zeigt die ihm charakteristische Struktur. Er steht in senkrechten Wänden an und bricht in vertikalen Schollen und Tafeln ab. Durchzogen wird er von senkrecht verlaufenden Wurzelröhrchen, an denen sich Kalk sinterartig abgesetzt hat, und enthält knollige, innen hohle Kalkkonkretionen, sowie Landschneckenschaalen: *Pupa muscorum* L. und *Helix pulchella* Müll. Die Lehmwand zeigt folgende Gliederung:

Profil IV.

1. Heller, rötlicher Lehm z. T. noch kalkhaltig, mit Lösskindeln und Landschnecken	2 m
2. Dunkler Lehm mit vielen schwarzen Knöllchen	0,10 m
3. Rötlich brauner Lehm	1,00 m
4. Dunkler Lehm mit schwarzen Knöllchen	0,12 m
5. Lage wie 3	0,90 m

Was die technische Verwendung anbetrifft, so eignet sich der Löss wegen der reichlich darin vorkommenden Konkretionen nur schlecht zur Ziegelfabrikation. Aus diesem Grunde ist auch der Abbau der zuletzt beschriebenen Lehmgrube aufgegeben worden. Die Zanclodonletten können allein auch nicht benutzt werden. Sie werden mit anderen Sorten von Lehm vermischt und liefern das Material für die s. g. Hintermauerungsgesteine. Der brauchbarste Lehm ist der Laimen, der besonders zur Falzziegelfabrikation verwandt wird.

Im Norden des Rathsberger Höhenzuges sind die Zanclodonletten, wie schon oben bemerkt, durch abgebrochene und abgerutschte Massen des Rhätsandsteins bedeckt, die, in grossen Felsblöcken auf einander getürmt, das Auge durch malerische, wilde Landschaftsformen („Wildnis“) überraschen.

Eigentliche Lehmablagerungen befinden sich zwischen dem Dorfe Adlitz und Atzelsberg in einem von einem kleinen Bach gebildeten Thale, das von sanften Gehängen eingefasst ist.

An der rechten Seite dieses Thälchen zeigt sich an einem Fusswege Löss von hellbrauner Farbe mit der ihm eigenen Struktur und Wurzelröhrchen, die mit Kalk und Brauneisenstein inkrustiert sind. *Pupa muscorum* Lam. wurde hier in zahlreichen Individuen gesammelt. Nach Westen geht er in einen kalkfreien Lehm über, in dem ich ausser zweien von dem etwas weiter südlich anstehendem Rhät herabgestürzten Blöcken keine Gerölle wahrnahm.

Einige Schritt weiter südöstlich am Wege sieht man kleine Lehmlagen mit Rollsteinen von Eisensandsteinen und Thoneisenstein mit *Ammonites margaritatus* Montf. Noch weiter südlich an der Quelle des Baches lagert verschwemmter Lehm, der keine Einschlüsse beherbergt.

Auf den höher gelegenen Teilen des Rathsberges beschränken sich die Diluvialbedeckungen nur noch auf Gerölle von Eisensandsteinen. Im Osten erstreckt sich ihre Verbreitung auf das ganze Hochplateau. Bei Adlitz und Marloffstein reichen die Eisensandsteine, nicht selten mit Windkanten versehen, bis etwa zur unteren Hälfte des Lias δ, um weiter westlich ganz zu verschwinden. Diese Thatsache berechtigt wohl zu der Annahme, dass der östliche Teil des Höhenzuges einst vollständig überschwemmt worden ist, während der westliche Teil als eine keilförmige Kuppe mit nach Osten konvergierenden Seiten hervorragte. Später fielen dann die Diluvialablagerungen der Oberflächendenudation anheim, so dass nur die festen und schweren Gerölle zurückblieben.

D. Alluvium.

Diese Ablagerungen sind in unserem Gebiete von geringerer Bedeutung. Im Süden des eigentlichen Rathsbergs im engern Sinne erstreckt sich das Alluvium in grösserer Ausdehnung in

der Ebene. Dort befinden sich viele künstliche Weiher, von breiten versumpften Flächen umgeben. Sonst tritt es nur an den Bächen und Flüssen auf, wo die Bildung desselben noch unentwegt fortschreitet. Kalktuffablagerungen hatte ich keine Gelegenheit zu beobachten.

E. Eluvium.

Wenn, wie oben bemerkt, am westlichen Teile des Rathsberges während der Quartärperiode keine Überschwemmungen stattgefunden haben, so muss der Lehm, den wir dort antreffen, eluvialen Ursprungs sein. Die Bildung dieses Lehmes geht dadurch vor sich, dass aus dem anstehenden Gesteine die löslichen Bestandteile ausgelaugt werden, und nur die thonigen und sandigen Massen als Rest zurückbleiben. Einen guten Aufschluss giebt die südlich vom Rathsberg gelegene Lehmgrube. Die Unterlage bildet der Lias γ, und man kann die schon bei der Schilderung des Lias γ beschriebenen Mergel bis zu ihrer vollständigen Zersetzung, dem Lehme, verfolgen. Dieser Eluviallehm hat eine braune Farbe, ist kalkfrei und von vielen gelblichen Schnüren durchzogen. Ausser den typischen Thoneisensteinen und deren Residuen finden sich knollige, den Lösskindeln ähnliche Konkretionen. Diesen ist es auch zuzuschreiben, dass der Lehm kein gutes Material zur Ziegelfabrikation liefert. Man sucht sich, so gut es geht, zu helfen und mengt ihn teils mit einem ähnlichen Eluviallehm aus einer Lehmgrube auf dem Plateau im Osten des Weges Atzelsberg-Erlangen südlich des Zölgwäldchens, teils mit sehr sandigem weissem Thon des obersten Rhätkeupers, der am selben Wege hart am Plateaurande gegraben worden ist. (Vergl. oben auf Seite 17 das genauere Profil nach Dr. Blanckenhorns Aufnahme).

Als eluviale Bildung ist schliesslich ein den Zanclodonletten aufgelagerter kalkfreier Lehm anzusehen, der nordwestlich von Spardorf am Waldessaume gelegen ist. Derselbe hat eine bräunlich rote Farbe und zeigt sich frei von Geröllen und anderen fremdartigen Einschlüssen.

Anhang.

Funde von Altertümern bei Spardorf.

Beim Bau der Spardorfer Ziegelei sind vor einigen Jahren menschliche Artefakte ausgegraben worden, die teils dem prähistorischem Zeitabschnitt, teils dem Mittelalter entstammen.

Sehr charakteristisch für die ersten Erzeugnisse menschlicher Kunst sind mehrere Töpferscherben[1]). Sie sind vollständig unglasiert und alle auf beiden Seiten dunkel gefärbt. Es lässt sich nicht mehr bestimmen, ob es Reste von Töpfen, Schüsseln oder Schalen sind. An der Wand des einen Bruchstückes sind noch Verzierungen von der allerprimitivsten Art sichtbar, nämlich rings um den Bauch des Gefässes laufende Vertiefungen, die wohl mit einem Holzstäbchen eingedrückt sind. Eine zweite 2 cm dicke Scherbe zeigt eine bestimmte Wellenlinie, deren Vorhandensein nach Virchow auf slavischen Ursprung zurückweist.

Neben den Geschirrresten fand sich auch eine durchlöcherte Kugel aus gebranntem Thon von 4 cm Durchmesser. Sie wird wohl als Spinnwirtel verwandt worden sein; sie gleicht einem von Johannes Ranke[2]) in seiner Anleitung zu anthropologisch vorgeschichtlichen Beobachtungen abgebildeten Gegenstand.

Demselben Fundorte entstammen auch einige Hufeisen, die jedoch weit jüngeren Alters sind, als die vorher erwähnten Stücke. Ihre Form weist auf keltischen und germanischen Ursprung hin. Von der keltischen Gattung ist ein Exemplar ziemlich vollständig erhalten und zeigt in seinem Aussehen

1) Ähnliche Scherben hat man auch im Reichswald bei Lauf am Holz gefunden.

2) J. Ranke: Anleitung an der Hand klassischer Beispiele zu anthropologisch-vorgeschichtlichen Beobachtungen im Gebiete der deutschen und österreichischen Alpen p. 309.

durchaus die Merkmale, die Prof. Braungart[1]) als charakteristisch für diese Epoche angiebt. Das Hufeisen ist ohne Stollen und Griff, sowie ohne Nuten. Auf jeder Seite befinden sich 3 Nagellöcher, wovon das eine mit einem länglichen Nagelknopfe, ähnlich dem Violinschlüssel, ausgefüllt ist. Das Hufeisen wiegt 48 gr.

Zu derselben Art gehört noch ein halbes Hufeisen, das einen hakenförmigen Stollen, sowie 2 ovale Nagellöcher besitzt. Das Gewicht dieses Hufeisens beträgt 30 gr.

Die an demselben Orte gefundenen germanischen Hufeisen, gleichwie die keltischen der vorrömischen Epoche angehörig, sind sehr grossplattig und mit Stollen, Griff und Nagelrinnen versehen. Auf jeder Seite befinden sich 3 Nagellöcher. Bei einem Exemplar steckt im rechten Mittelloch ein beinahe quadratförmiger Nadelkopf. Dieses Eisen ist 185 gr. schwer.

Ein zweites Exemplar von derselben Gattung, bei welchem die Löcher durch deutlich sichtbare, verrostete Nagelköpfe verschlossen sind, wiegt 130 gr.

Nordwestlich von Spardorf am Waldesrande in der Richtung nach dem Dorfe Rathsberg hat ein Fuchs ein Kunstprodukt der Bronzezeit durch Wühlen aus seinem Bau an die Oberfläche gebracht. Es ist ein Erzbeil, Paalstab oder Paalstove genannt. Während die einfachsten Erzbeile mit dem undurchbohrten Steinbeile eine Ähnlichkeit haben, sehen wir in dem Paalstab eine fortgeschrittenere Form. Derselbe zeichnet sich dadurch aus, dass er schon an einer Handhabe befestigt wird. Es ist nämlich das Beil auf den zur Schärfe laufenden Seiten ausgehöhlt, die Ränder sind aufgebogen. Die Axt wird in den gespaltenen Stiel eingefügt, während Schnüre beide noch befestigen. Das bei Spardorf gefundene Beil ähnelt sehr dem von Friedrich Ratzel beschriebenen, jedoch sind bei ersterem die aufgebogenen Ränder mehr abgerundet, und die Schneide ist weniger convex. Die vielen Scharten in derselben legen Zeugnis von langem Gebrauch ab.

---

1) Braungart: Abhandlung über die Hufeisen in Deutschland, namentlich in Süd-Baiern und die Geschichte des Hufeisens.

Tabellarische Übersicht der im Untersuchungsgebiete gefundenen Petrefakten.

Rhätsandstein:

Gutbiera angustiloba Presl
Clathropteris Muensteriana Schenk
Acrostichites princeps Schenk
Asplenites Ottonis Göpp.
Andriania Baruthina Braun
Equisetum Muensteri Jäg.
Zamites distans Presl

Lias α:

Gryphaea? sp.
Avicula sinemuriensis Lam.

Lias β:

Rhynchonella cf. belemnitica Quenst.
Gryphaea sp.
Aegoceras ziphus Ziet. *sp.*
Aegoceras planicosta Sow. *sp.*
Schlotheimia lacunata Buckm. *sp.*

Lias γ:

Ammodiscus infimus Strickl. *sp.*
Marginulina? irregularis Sellh.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
" *subangularis* Mill.
Spiriferina verrucosa v. Buch
Rhynchonella variabilis Schloth. *sp.*
" *furcillata* Theod. *sp.*
" *calcicosta* Quenst.
Waldheimia numismalis Lam. *sp.*

Ostrea semiplicata Münst.
Gryphaea obliqua Goldf.
„ *cymbium* Lam.
Anomia numismalis Quenst.
A? sp.
Plicatula spinosa Sow.
Lima punctata Sow.
Hinnetes cf. tumidus Ziet.
Pecten priscus Schloth.
„ *subulatus* Münst.
„ *strionatis* Quenst.
Inoceramus substriatus Münst.
Lytoceras fimbriatum Sow.
Cycloceras Maugestini d'Orb. *sp.*
Liparoceras Bechei Sow. *sp.*
Aegoceras capricornum Schloth.
Dactylioceras Davoei Sow.
Belemnites clavatus Schloth.
„ *elongatus* Mill.
„ *umbilicatus* Blainv.

Lias δ:

Nodosaria duodecim-costata Sellh.
Dentalina grandis Sellh.
„ *vaginoides* Sellh.
„ *cf. fontinensis* Terq.
„ *cf. lamellosa* Terq.
„ *subquadrata* Sellh.
„ *sp.*
„ *cf. pauperata* d'Orb.
Vaginulina cf. jurensis Gümb.
Cristellaria semidirecta Sellh.
„ *impleta* Terq. *et* Berth.
„ *Blanckenhorni* Sellh.
„ *Oebbekei* Sellh.
Robulina vulgaris Schwag.
Frondiculina cf. Baueri Burb.
Pentacrinus basaltiformis Mill.
„ *subangularis* Mill.

Apiocrinus sp.
Cidaris amalthei Quenst.
„ *cf. amaltheoides* Quenst.
Spiriferina rostrata v. Schloth. *sp.*
„ *Walcotti* Sow. *sp.*
Rhynchonella amalthei Quenst.
„ *furcillata* Theod. *sp.*
„ *scalpellum* Quenst.
„ *triplicata* Quenst.
Plicatula spinosa Sow.
Pecten priscus v. Schloth.
„ *textorius* v. Schloth.
„ *textilis* Münst?
Nucula cf. cordata Goldf.
„ *triquetra* Münst.
Pleurotomaria expansa Sow. *sp.*
„ *anglica* Goldf.
Turritella velata Münst.
Cotylederma sp.
Turbo cyclostoma Ziet.
Nautilus intermedius Sow.
Lytoceras fimbriatum Sow.
Amaltheus margaritatus Montf.
„ *spinatus* Brug.
Belemnites paxillosus Schloth.
„ *clavatus* Schloth.
„ *umbilicatus* Blainv.

Lias *ε*:

Pseudomonites substriata Münst.
Dactyloceras communis Sow. *sp.*
„ *Hollandrei* d'Orb. *sp.*
Harpoceras cf. lythense Young. a Bird.
Lytoceras cornucopiae d'Orb.

Lias *γ*:

Harpoceras costula Rein.
„ *quadratus sp.* Quenst.

Dogger *α*:

Chenopus gracilis Münst.

Dogger β:

Trigonia striata Sow.
Pecten pumilus Lam.
Harpoceras Murchisonae Sow.

Diluvium:

Pupa muscorum Linn. *sp.*
Helix pulchella Müll.

Über einige Anilinderivate und ihre physiologische Wirkung.

Von G. Fuchs.

(Vorgetragen in der Sitzung vom 12. Dezember 1896).

Es ist bekannt, dass die antipyretische Wirkung unserer Fiebermittel, an bestimmte Atomgruppen gekettet, vorzugsweise stickstoffhaltigen Verbindungen eigen ist. Die wichtigsten Vertreter dieser Verbindungen sind das Chinin, Antipyrin, Antifebrin, Phenacetin etc. Alle diese Stoffe enthalten den Stickstoff entweder in oder an einen ringförmigen Kohlenstoffatomkomplex gebunden. Trotzdem ist die antipyretische Wirkung des Chinin einerseits, andererseits der Anilinderivate, wie ich kurz die 3 andern genannten Verbindungen bezeichnen will, auf verschiedene physiologische Vorgänge zurückzuführen. Während man nämlich annimmt, dass das Chinin ein Protoplasmagift ist und auf seinem Wege durch die Blutbahn, sowohl die Blutkörperchen in ihrer Lebensthätigkeit hemmt, als besonders spezifische Krankheitserreger wie z. B. die Malariaamöbe vernichtet, schreibt man die Wirkung der Anilinderivate dem Umstand zu, dass sie die Fähigkeit des Blutes, Sauerstoff zu binden, herabsetzen und dadurch die Oxydationsprozesse im Organismus dergestalt abschwächen, dass die Gesamttemperatur des Körpers erniedrigt wird. Da man sich nun aber über die Konstitution des Chinin nicht im Klaren ist, geschweige denn die Veränderungen kennt, die das Chinin in der Blutbahn erleidet, indem dasselbe zum grössten Teil im Harn wieder unverändert abgeschieden wird, so musste ich mich bei meinen Arbeiten an die Erfahrungen halten, die man mit den Anilinderivaten gemacht hat.

Aus diesen Gründen habe ich nun zuerst in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Limpach zwei Verbindungen dargestellt, von denen die eine gewisse Beziehungen zum Antipyrin aufweist, während die andere sich an das Pyrodin anlehnt.

Zur Darstellung des ersten Stoffes liessen wir molekulare Mengen p-Amidodimethylanilin und Acetessigester bei

gewöhnlicher Temperatur auf einander einwirken. Nach kurzer Zeit tritt Erwärmung und Wasserabscheidung ein und nach 24 Stunden ist das Gemisch zu einer festen schwarzen Masse erstarrt. Diese wird abgepresst, und nach mehrmaligem Umkrystallisieren aus heissem Alkohol gewinnt man mehrere Zentimeter lange, farblose Nadeln, die rein bei 72° C. schmelzen. Hierbei bildet sich nach der Formel

CH^3 | C=O | CH^2 | $COOC^2H^5$ + H^2N–C₆H₄–N(CH^3)(CH^3) = CH^3–C(NH–C₆H₄–N(CH^3)(CH^3))=C–H | $COOC^2H^5$ + H^2O

Acetessigester p-Amidodimethylanilin Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureäthylester. Wasser

Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureäthylester.

Derselbe ist in Alkohol und Äther leicht löslich, wenig löslich dagegen in Wasser. Beim Kochen mit säurehaltigem Wasser wird Ester unter Spaltung in seine Komponenten in Lösung gebracht.

Die Analyse ergab:

	berechnet	gefunden
C	67,74	67,91
H	8,06	8,15
N	11,29	11,36

Durch die Conrad-Limpachsche Reaktion wird der Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureäthylester in das p-Dimethylamidochinaldon übergeführt nach der Gleichung.

CH^3–C(–NH–C₆H₄–N(CH^3)(CH^3))=CH–$COOC^2H^3$ = p-Dimethylamidochinaldon [CH^3–C=C(H)–C(=O)– mit N–H und N(CH^3)(CH^3)] + C^2H^5OH

Dimethylamido-p-phenylamido β-crotonsäureäthylester p-Dimethylamidochinaldon Alkohol

Zu diesem Zweck schmilzt man den Ester in einer geräumigen Retorte und erhitzt rasch auf 250° C. Bei dieser Temperatur gerät die geschmolzene gelbe Flüssigkeit in lebhaftes Schäumen, und unter Entwicklung eines äusserst gewürzigen Geruches, destilliert Alkohol ab, während die Flüssigkeit zu einer festen braunen Masse erstarrt. Das Thermometer steigt während der Reaktion auf 280° C. Der erstarrte Rückstand wird mit verdünnter Salzsäure aufgenommen und mit alkoholischer Kalilauge im reichlichen Ueberschuss versetzt. Hierbei scheidet sich ein braunes Harz ab, während das Chinaldon von der alkoholischen Kalilauge gelöst wird. Nach dem Fällen durch Neutralisieren mit verdünnter Salzsäure wird das Chinaldon zur Reinigung mit Natriumcarbonatlösung aufgenommen, wieder durch Neutralisieren mit Salzsäure gefällt und aus Alkohol oder Benzol umkrystallisiert. Das p-Dimethylamidochinaldon bildet schöne gelbe Nadeln, die in Alkohol, Aether und Benzol leicht löslich, unlöslich aber in Wasser sind. Der Schmelzpunkt ist über 360° gelegen. Die Verbindung wird von Alkalilauge, sowie von Säuren aufgenommen und erteilt den so gewonnenen Lösungen besonders in verdünntem Zustande eine prachtvolle Fluorescenz. Die Analyse bestätigte die angenommene Formel.

	berechnet	gefunden
C	71,28	71,13
H	6,93	7,07
N	14,00	13,84

Die Methylierung gelang nicht.

Beide Stoffe wurden nun physiologischen Versuchen unterzogen, und es zeigte sich, dass der Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureester sehr stark giftig ist, während sich das p-Dimethylamidochinaldon gegen den Organismus indifferent verhält.

Physiologische Versuche.

1.

Frosch. Das Herz wird freigelegt. Es ergiebt sich als normale Zahl der Herzschläge in einer Minute 24—28.

Der Frosch erhält 0,001 Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureester in wässriger Lösung injiciert.

Nach $^1/_2$ Stunde in 1 Minute 20—22 Herzschl.
„ 1 Stunde in 1 Minute 12—14 Herzschl.
„ 3 Stunden tritt der Tod ein.

2.

Kaninchen von 1800 g Körpergewicht erhält 0,5 Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureester in Wasser gelöst unter Zusatz von 3—4 Tropfen Salzsäure mittelst Schlundsonde. Nach 4 Stunden stirbt das Tier unter klonischen Krämpfen.

3.

Kaninchen von 2,2 kg Körpergewicht erhält in Gelatinekapseln:

am 1. Tag 0,1
„ 2. Tag 0,2
„ 3. Tag 0,3
„ 4. Tag 0,4
„ 5. Tag 0,5

Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureester, ohne irgendwelche Krankheitssymptome zu zeigen.

4.

Kaninchen von 1900 g Körpergewicht erhält in Gelatinekapsel 0,75 g Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureester und stirbt nach 8 Stunden.

Sektionsbefund:

Hydrothorax. Lungenoedem. Beide Herzkammern blutgefüllt. Unterleibsorgane hyperämisch.

5.

Lebhafter Hund, 4 Jahre alt, Körpergewicht 6½ kg, Atmung normal. Herzschläge 120 in der Minute. Temperatur 38,3; erhält 6 g Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureester mit Milch und Brot.

Kurze Zeit darauf fängt der Hund an häufig durch die Nase zu blasen, als wollte er einen Fremdkörper aus der Nase entfernen. Nach einer halben Stunde wird das Blasen fast beständig. Die Schleimhaut an den Lefzen erscheint violett bis blau gefärbt. Trotzdem bleibt der Hund 1½ Stunde vollkommen munter, läuft im Zimmer herum und reagiert auf Anrufen. Von vorgesetztem Wasser trinkt er begierig verschiedene Male. Nach 1½ Stunden ändert sich das Bild plötzlich. Der Hund vermag sich nicht mehr auf den Beinen zu halten, setzt sich auf den Boden und fällt auf die Seite. An den Extremitäten stellen sich lebhafte zitternde und schlagende Abwehrbewegungen ein.

Dazu gesellen sich Würge- und Brechbewegungen, sowie Pressbewegungen am Abdomen, die schliesslich das Erbrechen einer grossen Menge breiigen Mageninhalts und Darmentleerung zur Folge haben. Der Hund macht einige vergebliche Versuche sich aufzurichten. Bei den Gehversuchen fällt er sofort wieder auf die Seite. Der Kopf wird mehr und mehr in den Nacken gerissen, die Atmung wird keuchender, das Tier leidet offenbar an Lufthunger. Im weiteren Verlauf einer halben Stunde treten 5—6 schwere, den ganzen Körper ergreifende Krampfanfälle auf, bei denen die hinteren Extremitäten nach hinten, die vorderen nach vorn und der Kopf bei gekrümmtem Rückgrat stark in den Nacken gezogen wird. Die ersten Krampfanfälle, die ungefähr $^1/_2$ Minute dauern, treten in Intervallen von 10—15 Minuten auf, später werden sie bedeutend häufiger. Nach jedem Krampfanfall tritt ein kurzes Stadium der Ermattung ein, dann aber beginnen sofort wieder die schlagenden Bewegungen, welche mit ausgesprochenem Tetanus enden. Ferner tritt profuse Absonderung eines schaumigen bläulich violettgefärbten Speichels ein. Die Pupille ist stark erweitert. Das Herz arbeitet ausserordentlich schnell. Die Temperatur im Rektum beträgt 37,7° C. Nach 5 Stunden tritt der Tod ein.

Die Sektion ergab durchaus gesunde innere Organe. Die Magenschleimhaut zeigt im Fundus zahlreiche erbsengrosse blaue Flecken. Wir müssen also annehmen, dass vornehmlich an diesen Stellen das eingeführte Präparat von der Schleimhaut aufgenommen und hier sogleich eine Zerlegung durch die Magensäure erlitten hat. Doch ist die Schleimhaut an diesen Stellen weder angeätzt noch irgend wie verletzt. Beide Herzkammern sind reichlich mit tiefdunklem Blut gefüllt, die Blutkörperchen sind unverändert.

6.

Hund, gesund und lebhaft, Körpergewicht $12^1/_2$ kg.
Temperatur 38,6° C.
140 Herzschläge in der Minute;
erhält 4 g Dimethylamido p-phenylamido β-crotonsäureester.

Nach $^1/_2$ Stunde beginnt das Blasen durch die Nase, welches mit der Zeit die Respiration unausgesetzt begleitet und so stark ruckartig stossend wird, dass der Kopf dabei heftig gegen den Fussboden schlägt. Im übrigen bleibt der Hund munter und reagiert auf Anrufen. Die Herzfrequenz nimmt zu und steigt

auf 200 in der Minute. Nach 3/4 Stunden lässt das Blasen durch die Nase nach, der Hund wird matt und müde, legt sich gegen seine Gewohnheit vielfach auf die Erde, wobei die Hinterbeine nach hinten gestreckt sind. Schliesslich tritt völlige Abgeschlagenheit ein, der Hund reagiert zwar noch auf Anrufen durch Wedeln mit dem Schwanz, kann aber nicht aufstehen. Während der Nacht stirbt der Hund. Der Kadaver zeigte keine Krampfstellung der Extremitäten.

Die Sektion ergiebt normale kräftige Organe. Die Magenschleimhaut des Fundus und des Darmes durchaus diffus violett gefärbt, ohne angeätzt zu sein.

7.

Hund von 8 kg Körpergewicht, normal, Atmung 20, Herzschläge 110 in der Minute, Temperatur 38,9° C., erhält 2 Uhr 45 Minuten 0,3 Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureester. Es treten genau dieselben Erscheinungen auf wie bei dem unter 6 beschriebenen Tier.

4 Uhr 30 Minuten Temperatur 37,5° C.

Atmung oberflächlich und beschleunigt; Abgeschlagenheit und Apathie. Während der Nacht erfolgt der Tod.

Sektionsbefund:

In der Brusthöhle finden sich circa 30 ccm heller, seröser Flüssigkeit. Lungenoedem. In den Unterleibsorganen starke venöse Stauung. Beide Herzkammern reichlich mit tief dunklem Blut gefüllt. Der Magen ist im Fundus wenig violett gefärbt.

8.

Kaninchen von 1500 g Körpergewicht erhält 0,05 p-Amidodimethylanilin und stirbt während der Nacht.

Sektionsbefund:

Hydrothorax. Lungenoedem. Beide Herzkammern blutgefüllt. Unterleibsorgane hyperämisch.

Aus den beschriebenen Versuchen ist zu schliessen, dass die giftige Wirkung des Dimethylamido-p-phenylamido-β-crotonsäureester bei den Hunden durch eine Spaltung des Esters in seine Komponenten p-Amidodimethylanilin und Acetessigester bedingt wird, indem das freiwerdende p-Amidodimethylanilin das Blui derart verändert, dass die Tiere an Sauerstoffmangel zu

Grunde gehen. Das Blasen durch die Nase bei den Hunden deutet auf nervöse Reizung hin; eine bestimmtere Erklärung dieses Symptoms lässt sich vorläufig nicht geben.

Dagegen scheint der Ester den Verdauungsapparat des Kaninchens fast unzersetzt und deshalb wirkungslos zu passieren. Diese Annahme wird durch Versuch 2 und 8 bestätigt. In Versuch 2 erhält das Kaninchen 0,5 des Esters in Wasser unter Zusatz einiger Tropfen Salzsäure gelöst d. h. in seine Komponenten gespalten, in Versuch 8 als reines p-Amidodimethylanilin. In beiden Fällen sterben die Tiere, und die Sektion ergiebt übereinstimmend Hydrothorax, Lungenoedem und Hyperämie der Unterleibsorgane, ein Sektionsbefund, der dem bei den Hunden aufgenommenen, im Wesentlichen gleicht.

Versuche mit p-Dimethylamidochinaldon.

1.

Hund von 4 kg Körpergewicht, Temperatur 38,4° C., 130 Herzschläge in der Minute, erhält in 3 Tagen hintereinander 1, 2 und 3 g p-Dimethylamidochinaldon zwischen gehacktes Fleisch, ohne irgend welche Veränderungen zu zeigen.

2.

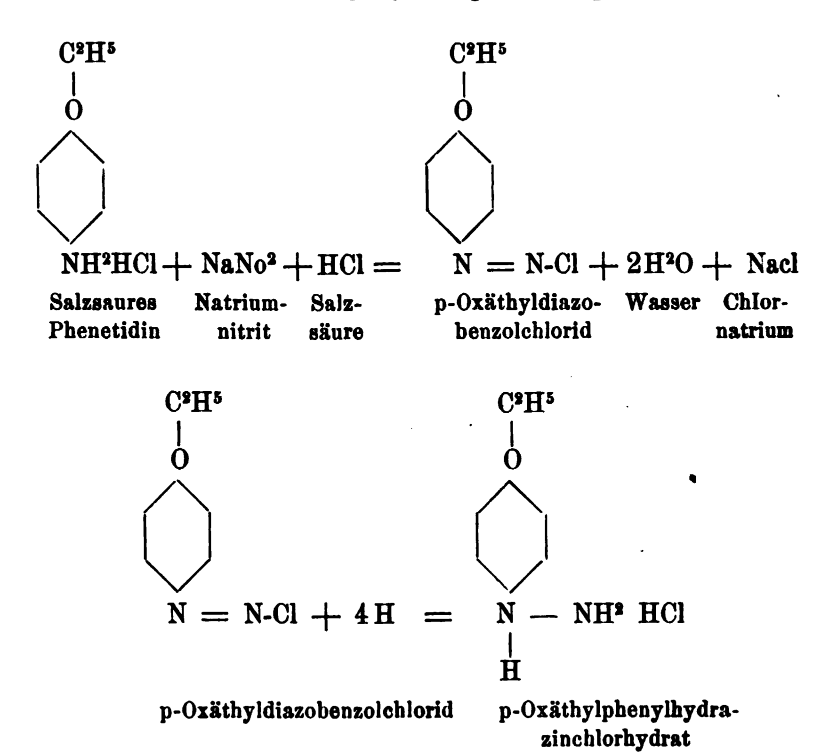
Kaninchen von 1700 g Körpergewicht, Temperatur 39,3° C., wird durch Anlegung eines eiternden Abscesses fiebrig gemacht. Die Temperatur von 40,4° C. wird durch wiederholte Gaben von p-Dimethylamidochinaldon, welches in salzsäurehaltigem Wasser gelöst und mittelst Schlundsonde eingeflösst wurde, nicht beeinflusst.

Das zweite Präparat, welches ich gemeinschaftlich mit Herrn Limpach darstellte, ist das Acet-p-oxäthylphenylhydrazin, ein naher Verwandter des Pyrodins oder Acetphenylhydrazins. Letzteres wurde im Jahre 1889 von Dr. Dreschfeld als starkes Antipyretikum empfohlen, bald darauf aber wieder wegen seiner giftigen Eigenschaften fallen gelassen. Wir gingen nun von der Ansicht aus, dass eine Belastung des Moleküls durch die Äthoxylgruppe die giftigen Eigenschaften des Acetphenylhydrazins beseitigen möchte, ohne jedoch die antipyretischen Eigenschaften zu beeinträchtigen.

Die Darstellung des p-Oxäthylphenylhydrazins geschieht in der Weise, dass 1 Molekül salzsaures Phenetidin mit der 4 bis 5fachen Menge Wassers angerieben wird. Nach Zugabe von

etwas mehr als 1 Molekül Salzsäure lässt man die berechnete Menge Natriumnitritlösung unter Umschütteln zufliessen. Sobald Lösung eingetreten ist, ist die Nitrierung beendet, und die erhaltene Diazolösung wird wie bei der Darstellung des Phenylhydrazins reduziert.

Das entstandene salzsaure p-Oxäthylphenylhydrazin ist weiss, in Wasser löslich und reduziert alkalische Kupferlösung. Durch Zugabe von Natronlauge wird es zersetzt, und das abgeschiedene p-Oxäthylphenylhydrazin wird durch Umkrystallisieren aus trocknem Äther gereinigt. Es bildet weisse Schuppen, die im reinen Zustand bei 70° C. schmelzen, sich sehr leicht oxydieren und hygroskopisch sind. Durch Erhitzen desselben mit Essigsäureanhydrid gewinnt man das Acet-p-oxäthylphenylhydrazin, welches nach mehrmaligem Umkrystallisieren aus siedendem Wasser bei 142° C. schmilzt. Der Vorgang entspricht folgenden Formeln:



$$C^2H^5\text{—}O\text{—}C^6H^4\text{—}N(H)\text{—}N{=}H^2 \;+\; \begin{matrix}CH^3\text{—}CO\\ \quad\;\; \diagdown \\ \qquad O \\ \quad\;\; \diagup \\ CH^3\text{—}CO\end{matrix} \;=\; C^2H^5\text{—}O\text{—}C^6H^4\text{—}N(H)\text{—}N(H)\text{—}CO\text{—}CH^3 \;+\; CH^3\text{—}COOH$$

p-Oxäthylphenylhydrazin	Essigsäureanhydrid	Acet-p-oxäthylphenylhydrazin	Essigsäure

Die Analyse des Acet-p-oxäthylphenylhydrazin ergab:

	berechnet	gefunden
C	61,85	61,74
H	7,21	7,39
N	13,43	14,61

Physiologische Versuche.

1.

Hund vom Körpergewicht 3½ kg, Temperatur 38,4° C., 120—130 Herzschläge in der Minute, erhält morgens 9 Uhr 0,5 Acet-p-oxäthylphenylhydrazin in Fleischkügelchen und, da er mittags 12 Uhr noch keine Veränderungen zeigt, noch 1 g.

Nach 1 Stunde treten Würge- und Brechbewegungen ein, die nach 1½ Stunden zu anhaltendem Erbrechen führen. Das Erbrochene ist eine zähe gelbe Flüssigkeit, doch ohne Gallebestandteile. Der Harn ist blutig gefärbt. Eine aus dem Ohr entnommene Blutprobe weist sternförmig veränderte Blutkörperchen auf.

3 Uhr	20 Min.	Temperatur	37,7° C.
4 „	30 „	„	36,9° C.
5 „	— „	„	34,0° C.
5 „	30 „	tritt der Tod ein.	

2.

Kaninchen von 2 kg Körpergewicht. Temperatur 38,3 wird durch Anlegung eines Abscesses auf dem Rücken fiebrig gemacht. Temperatur 40,6° C.

3 Uhr 55 Temperatur 40,60 erhält das Kaninchen mittelst Schlundsonde 0,1 Acet-p-oxäthylphenylhydrazin in wässriger Lösung.

4	Uhr	15	Min. Temperatur	40,3° C.
4	„	30	„ „	40,1° C.
4	„	45	„ „	40,2° C.
6	„	45	„ „	39,1° C.

2. Dose Acet-p-oxäthylphenylhydracin

8	Uhr	—	Min. Temperatur	38,6° C.
8	„	40	„ „	38,6° C.
9	„	15	„ „	39,4° C.

Die beschriebenen Versuche ergaben, dass das Acet-p-oxäthylphenylhydrazin zwar antipyretisch wirkt, aber als Blutgift und wegen seiner Wirkung auf die Niere, indem es Haematurie erzeugt, als Arzneimittel nicht verwendbar ist.*)

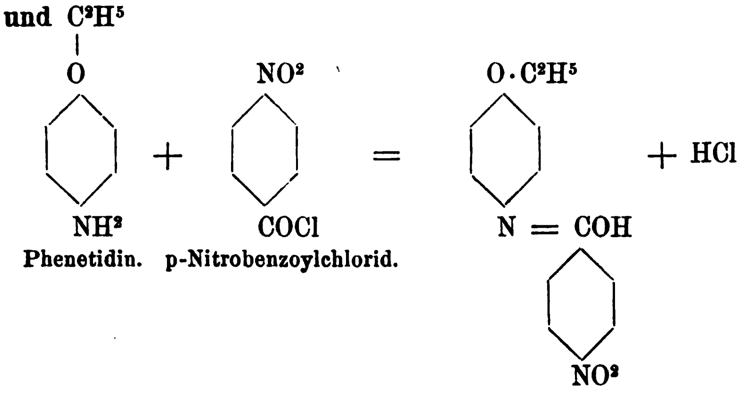
Meine weiteren Arbeiten gründen sich nun auf die Erfahrung, dass die genannten Anilinderivate, das Antipyrin, Antifebrin und Phenacetin, im Organismus p-Amidophenol abspalten, welches sich im Harn durch die Indophenolreaktion nachweisen lässt. Ich ging deshalb von dem Gedanken aus, Derivate des p-Amidophenols darzustellen, die wie die oben genannten Verbindungen nach dem Kochen mit Salzsäure und Verdünnen mit Wasser die Indophenolreaktion geben. Zu diesem Zwecke führte ich in das Phenetidin statt des Essigsäurerestes wie beim Phenacetin, die stickstoffhaltigen Radikale der ortho- und p-Amidobenzoesäure ein, indem ich von der Annahme ausging, dass die in den Säureresten enthaltenen Amidogruppen von ganz besonders günstigem Einfluss auf die erwartete physiologische Wirkung der Präparate sich erweisen würden.

Die Darstellung des ortho- und p-Amidobenzoylphenetidids geschieht nun in der Weise, dass o-Nitrobenzoesäure nach Claisen und Shadwell Ber. 12, 351 und p-Nitrobenzoesäure nach Gevekoht A. 221, 335 mittelst Phosphorpentachlorid in die zugehörigen Chloride überführt werden. Die Chloride werden in Äther gelöst und portionsweise in eine Lösung der berechneten Menge Phenetidin in Benzol unter sorgfältiger Kühlung eingetragen. Unter lebhafter Reaktion und Salzsäureentwicklung scheiden sich hierbei die nach dem Schema gebildeten

*) J. Riedel, Berlin hat sich das Präparat inzwischen zu therapeutischen Zwecken patentieren lassen.

C^2H^5 — O — C_6H_4 — NH^2 + $C_6H_4(NO^2)$COCl = C^2H^5 — O — C_6H_4 — N = COH — $C_6H_4(NO^2)$ + HCl

Phenetidin. o-Nitrobenzoylchlorid. p-Nitrobenzoylphenetidid. Salzsäure

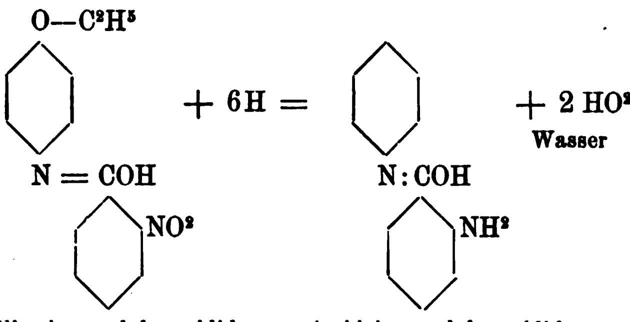


o- und p-Nitrobenzoylphenetidid ab.

Nach mehrmaligem Umkrystallisieren aus Alkohol bildet das o-Nitrobenzoylphenetidid farblose Nadeln, die bei 166° C. schmelzen und an der Luft sich sehr schnell braun färben, während das p-Nitrobenzoylphenetidid bei 188° C. schmilzt und schön gelb gefärbte Nadeln bildet, die an der Luft beständig sind.

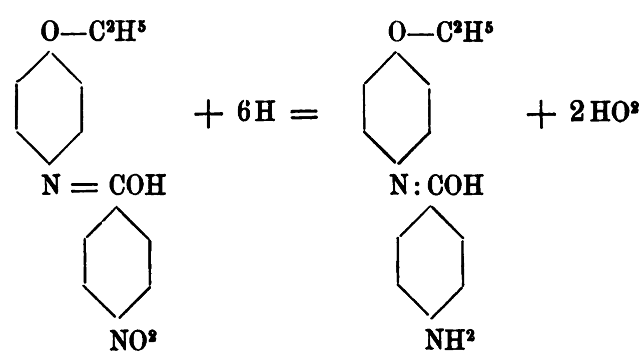
Zur Reduktion wurden die Nitroverbindungen solange mit Salzsäure und Zinnchlorür erhitzt, bis die Reaktion eintrat. Die entstandenen Lösungen wurden mit Wasser verdünnt und nach Zusatz von Natronlauge im Überschuss ausgeäthert.

Nach dem Umkrystallisieren aus Alkohol bilden beide Amidoverbindungen schöne Nadeln, von denen die des p-Amidobenzoylphenetidids büschelige Konglomerate bilden. Der Vorgang entspricht folgenden Formeln:



o-Nitrobenzoylphenetidid. o-Amidobenzoylphenetidid.

und



p-Nitrobenzoylphenetidid. p-Amidobenzoylphenetidid.

Das o-Amidobenzoylphenetidid schmilzt bei 127° C. Die Analyse ergab die Zahlen:

	Berechn.	Gefund.
C	70,31	70,21
H	6,25	6,43
N	10,93	11,06

Das p-Amidobenzoylphenetidid ergab als Schmelzpunkt 163° C. und die Analyse führte zu folgendem Resultat:

	Berechn.	Gefund.
C	70,31	70,18
H	6,25	6,40
N	10,93	10,99

Die Ausbeute des letzteren war jedoch so gering, dass ich von physiologischen Versuchen mit diesem Präparate Abstand nahm und nur das o-Amidobenzoyl- oder Anthranilphenetidid Tierversuchen unterzog.

Physiologische Versuche.

1.

Hund von 7 kg Körpergewicht erhält 1 g Anthranilphenetidid, ohne irgendwelche Veränderungen zu zeigen. Der Harn giebt die Indophenolreaktion.

2.

Kaninchen vom Körpergewicht 1900 g wird durch Infektion mit tuberkulösem Sputum in die Bauchhöhle fiebrig gemacht. Die Temperatur des Tieres beträgt 40,5°.

Das Tier erhält 0,1 g Anthranilphenetidid mittelst Schlundsonde.

4 Uhr 20 Min. Temperatur 40,5° C.
4 „ 50 „ „ 40,4° C.
5 „ 20 „ „ 40,4° C.

hierauf erhält das Tier weitere 0,2 g in derselben Weise.

5 Uhr 50 Min. Temperatur 40,3° C.
6 „ 30 „ „ 40,5° C.
7 „ 20 „ „ 40,7° C.

Aus den Versuchen geht hervor, dass das Anthranilphenetidid vollständig ungiftig ist und auch die erwartete Spaltung im Organismus in p-Aminophenol erleidet, jedoch keine antipyretischen Eigenschaften besitzt. Das Fehlen dieser Wirkung ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Belastung des Anilinrestes mit einem so grossen Atomkomplex, wie der der Anthranilsäure die reduzierende Wirkung der Amidogruppe aufhebt und dadurch auch die antipyretische Wirkung des Präparates verschwindet.

Diese Überlegung führte mich zu dem Entschluss von einem Ersatz der Acetylgruppe im Anilinrest des p-Amidophenols abzusehen und das H-atom der Hydroxylgruppe in geeigneter Weise zu substituieren. Als Ausgangsmaterial für diese Arbeiten diente mir die von Fritsche Journ. pr. 2. 20. 290 beschriebene p-

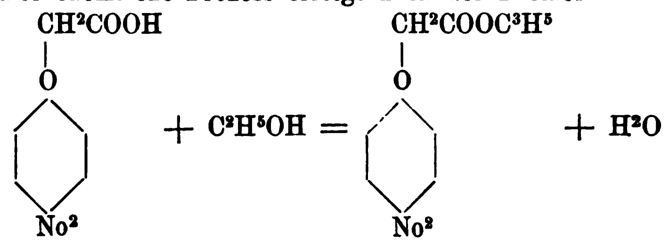
Nitrophenoxylessigsäure Schmelzpunkt 183° C. Aus dieser lässt sich, wie Fritsche in derselben Abhandlung darthut, die p-Amidophenyloxylessigsäure im freien Zustande wegen ihrer hygroskopischen Eigenschaften nicht gewinnen, und ich führte deshalb die p-Nitrophenoxylessigsäure nach den bekannten Methoden in den Methyl-, Äthyl- und Propylester über.

a) 2 Teile p-Nitrophenoxylessigsäure werden in einem Gemisch von 2 Teilen Schwefelsäure mit 6 Teilen Methyl-, Äthyl- oder Propylalkohol gelöst und 20—30 Minuten am Rückflusskühler gekocht. Die erhaltene alkoholische Lösung wird heiss in die 5—6 fache Menge kalten Wassers unter Umrühren eingegossen, wobei sich der betreffende Ester abscheidet, der abgesaugt und aus Alkohol umkrystallisiert wird.

b) Man löst die p-Nitrophenoxylessigsäure in heissem Alkohol und leitet in die heisse Lösung bis zur Sättigung gasförmige Salzsäure ein. Die überschüssige Salzsäure wird verjagt und die alkoholische Lösung wie unter a behandelt.

p-Nitrophenoxylessigsäuremethylester Schmelzpunkt 100—101° C.
p-Nitrophenoxylessigsäureäthylester „ 72—74° C.
p-Nitrophenoxylessigsäurepropylester „ 75—76° C.

Der chemische Prozess erfolgt nach der Formel:



p-Nitrophenoxylessigsäure — Alkohol — p-Nitrophenoxylessigsäureäthylester — Wasser

Die Analyse des Äthylesters lieferte die Zahlen:

	berechnet	gefunden
C	48,00	47,82
H	4.83	5,04
N	6,22	6,35

Alle 3 Ester gehen beim Schütteln mit 25—30% wässrigem Ammoniak in das zugehörige Amid vom Schmelzpunkt 158—160° C. über. Die Stickstoffbestimmung ergab:

berechnet 14,28 gefunden 14,40% N.

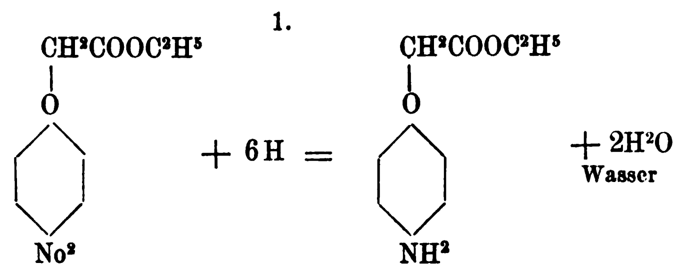
Die 3 Ester wie auch das Amid bilden schöne quadratische und oblonge Plättchen, die voluminös und schwach geblich gefärbt sind.

Die Reduktion der Ester war mit experimentellen Schwierigkeiten verbunden und gelang mit Zinn und Zink in salzsaurer Lösung nicht. Auch die Wohl'sche Methode führte nicht zum Ziel. Schliesslich glückte die Reduktion mit Zinn und Eisessig. Zu diesem Behufe werden die p-Nitrophenoxylessigsäureester in der 5 bis 6fachen Gewichtsmenge Eisessig gelöst, die berechnete Menge granuliertes Zinn zugegeben und in einem geräumigen Kolben solange erwärmt, bis die Reaktion eintritt. Sobald dieselbe beendet ist, wird das Reaktionsgemisch 6 bis 8 Stunden am Rückflusskühler gekocht und alsdann der bei weitem grösste Teil des Eisessigs abdestilliert. Der Rückstand wird in viel siedendes Wasser gegossen und die Lösung von dem abgeschiedenen Zinnhydroxyd durch Filtrieren im Heisswassertrichter getrennt Wendet man 5 Teile Eisessig und 1 Teil Essigsäureanhydrid an, so kann man direkt nach Beendigung der Reaktion den Eisessig abdestillieren und den Rückstand in siedendes Wasser giessen. Die Ester werden mit Natriumacetat ausgesalzen oder die Lösung mit Pottasche neutralisiert zum Sieden erhitzt, und im Heisswassertrichter filtriert. Der aus dem Filtrat erhaltene Niederschlag wird aus siedendem Wasser umkrystalliert.

Die 3 Ester bilden ebenfalls tafelförmige Plättchen, die in Alkohol leicht löslich sind, ebenso löslich in siedendem Wasser, dagegen unlöslich in Äther und Benzol.

Der Vorgang zerfällt in 2 Phasen, welche durch die folgenden Formeln veranschaulicht werden.

1.



p-Nitrophenoxylessigsäure-äthylester   p-Amidophenoxylessigsäure-äthylester

2.

$$\underset{\text{NH}^2}{\overset{\text{CH}^2\text{COOC}^2\text{H}^5}{\overset{|}{\text{O}}\!-\!\text{C}_6\text{H}_4}} + \begin{matrix}\text{CH}^3\\ | \\ \text{CO}\\ \quad\diagdown \\ \quad\quad \text{O} \\ \quad\diagup \\ \text{CO}\\ | \\ \text{CH}^3\end{matrix} = \underset{\text{N : COH} - \text{CH}^3}{\overset{\text{CH}^2\text{COOC}^2\text{H}^5}{\overset{|}{\text{O}}\!-\!\text{C}_6\text{H}_4}} + \begin{matrix}\text{CH}^3\\ | \\ \text{COOH}\end{matrix}$$

p-Amidophenoxyl-essigsäureäthylester	Essigsäureanhydrid	p-Acetamidophenoxyl-essigsäureäthylester	Essigsäure

Die Schmelzpunkte der 3 Ester zeigen eine gewisse Regelmässigkeit indem dieselben mit der Zunahme um CH^2 um circa 30° C. sinken.

p-Acetamidophenoxylessigsäuremethylester	Schmelzpunkt	130° C.
p-Acetamidophenoxylessigsäureäthylester	„	104° C.
p-Acetamidophenoxylessigsäurepropylester	„	68° C.

Die 3 Ester geben nach dem Kochen mit Salzsäure und Verdünnen mit Wasser die Indophenolreaktion.

Die Analyse des Äthylesters bestätigte die angenommene Formel:

	berechnet	gefunden
C	60,76	60,34
H	6,32	6,55
N	5,90	6,02

Physiologische Versuche.

1.

Hund von 3½ kg Körpergewicht, normal, erhält in Milch 1 g p-Acetamidophenoxylessigsäureäthylester. Nach ½ Stunde tritt mehrmaliges Erbrechen ein. Das Tier bleibt sonst munter, läuft herum und reagiert auf Anrufen.

Diener D. fühlt sich unwohl und klagt über Schmerzen im Rücken.

Temperatur 39,6° C. 4 Uhr nachmittags.

Derselbe erhält 1 g p-Acetamidophenoxylessigsäureäthylester. Nach ½ Stunde tritt zunächst starke Übelkeit auf, die zum Erbrechen führt. Die Temperatur sinkt auf 38° C.

Arbeiter A, Phthisiker, 40,8° C., erhält 1 g p-Acetamidophenoxylessigsäureäthylester. Nach 1/2 Stunde starke Übelkeit und anhaltendes Erbrechen. Die Temperatur sinkt auf 39° C.

Während ich angenommen hatte, dass die Ester der p-Acetamidophenoxylessigsäure wegen ihrer nahen Beziehungen zum Phenacetin vollständig ungiftig sein und wie dieses im Organismus die Spaltung in p-Aminophenol erleiden würden und deshalb, da dieselben ausserdem in Wasser lösliche Verbindungen sind, hervorragend antipyretische Eigenschaften besitzen möchten, so ergaben die Versuche, dass zwar die erwartete Spaltung im Organismus stattfand und dementsprechend sich auch antipyretische Eigenschaften zeigten, dass zugleich aber toxische Nebenwirkungen auftraten, die die Anwendung der Ester unmöglich machten. Die Ursache dieser toxischen Wirkungen konnte nun weder der acetylierten Amidogruppe noch dem Aethylrest zugeschrieben werden und war meiner Ansicht deshalb nur auf die Anhäufung des Sauerstoffs $—O—CH^2COO—$ im Molekül zurückzuführen.

War diese Annahme richtig, so mussten durch Einführung positiver Gruppe wie z. B. des Ammoniakrestes $—NH^2$ die toxischen Nebenwirkungen beseitigt werden können. Aus dieser Veranlassung führte ich die Ester der p-Acetamidophenoxylessigsäure nach folgender Formel in das zugehörige Amid über:

$CH^2—COOC^2H^5$ | O | C_6H_4 | $N:COH$ | CH^3 + NH^3 (Ammoniak) = CH^2CONH^2 | O | C_6H_4 | $N:COH$ | CH^3 + C^2H^5OH (Alkohol.)

p-Acetamidophenoxylessigsäureäthylester. — p-Acetamidophenoxylacetamid.

Zur Darstellung schüttelt man die Ester mit der 4—5fachen Gewichtsmenge 25—30% wässerigen Ammoniaks, bis die Masse zu einem steifen Brei erstarrt, und lässt zur Vervollkommnung der Reaktion noch eine Stunde stehen, saugt ab und krystallisiert aus siedendem Wasser um. Man erhält alsdann schöne, rein

weisse Nadeln, von bitterlichem Geschmack und dem Schmelzpunkt 204° C. Das p-Acetamidophenoxylacetamid ist wenig in kaltem, leicht in siedendem Wasser löslich. Ebenso löst es sich leicht in kaltem und heissem Alkohol, ist dagegen unlöslich in Äther und Benzol. Nach dem Kochen mit Salzsäure und Verdünnen mit Wasser giebt es die Indophenolreaktion. Ferner besitzt das Amid die Eigenschaft, Chloral zu addieren nach der Formel:

$$\underset{\text{p-Acetamidophenoxylacetamid.}}{CH^2CONH^2 - O - C_6H_4 - N:COH - CH^3} + \underset{\text{Chloral}}{COH - CCl^3} = \underset{\text{p-Acetamidophenoxylacetamid-chloral.}}{CH^2CO - N<^{H}_{C<^{H}_{OH}(CCl^3)} \; | \; O - C_6H_4 - N:COH - CH^3}$$

Die Analyse des p-Acetamidophenoxylacetamids ergab die Zahlen:

	Berechn.	Gefund.
C	57,69	57,87
H	5,76	5,82
N	13,46	13,30

Das Chloralderivat wird in der Weise dargestellt, dass molekulare Mengen p-Acetamidophenoxylacetamid und Chloral in einem Mörser zusammengerieben werden. Unter starker Erwärmung verflüssigt sich zuerst das Reaktionsgemisch, um alsdann zu einer harten porzellanartigen Masse zu erstarren. Dieselbe wird zerrieben, mit Benzol und Äther gewaschen, abgesaugt und auf Thontellern an der Lnft getrocknet. Die Analyse lieferte folgende Zahlen:

	Berechn.	Gefund.
N	8,14	8,06
Cl	30,06	30,07

Das p-Acetamidophenoxylacetamidchloral bildet ein rein weisses Pulver, welches bei 197° C. schmilzt. Dasselbe riecht schwach nach Chloral und hat einen schwach brennend bitterlichen Geschmack. Es löst sich wenig in kaltem Wasser und kaltem Alkohol und wird beim Kochen mit beiden Lösungsmitteln in seine Komponenten gespalten. In Benzol und Äther ist es nahezu unlöslich. Nach dem Kochen mit Wasser reduziert das p-Acetamidophenoxylacetamidchloral alkalische Silberlösung, was reines p-Acetamidophenoxylacetamid nicht vermag. Nach dem Kochen mit Salzsäure und Verdünnen mit Wasser giebt es die Indophenolreaktion.

Physiologische Versuche.

1.

Hund von 7 kg Körpergewicht, normal, erhält am 1. Tag 1 g, am 2. Tag 2 g p-Acetamidophenoxylacetamid zwischen gehacktes Fleisch, ohne irgend welche Veränderungen zu zeigen. Der Harn giebt die Indophenolreaktion.

2.

Kaninchen von 2 kg Körpergewicht, Temperatur 39,50° C., wird durch Injektion von tuberkulösem Sputum in die Bauchhöhle fiebrig gemacht

Am anderen Morgen

9 Uhr Temperatur 41,0° C.

Das Tier erhält 0,1 g p-Acetamidophenoxylacetamid in Wasser gelöst mittelst Schlundsonde.

9	Uhr	20	Min.	Temperatur	40,0° C.
9	„	30	„	„	39,7° C.
9	„	45	„	„	39,6° C.
10	„	—	„	„	39,6° C.
10	„	30	„	„	40,0° C.
11	„	30	„	„	40,4° C.
12	„	—	„	„	40,9° C.

Weitere Gabe von 0,1 g in derselben Weise wie vorher.

12	Uhr	30	Minuten	39,7° C.
1	„	00	„	39,7° C.
2	„	30	„	39,9° C.
4	„	00	„	40,8° C.

Dritte Gabe von 0,1 g wie zuvor.

4 Uhr	30 Minuten	39,6° C.
4 „	50 „	39,5° C.
5 „	30 „	39,9° C.
5 „	00 „	40,0° C.

Am anderen Morgen ist das Tier tot, die Sektion ergiebt allgemeine Sepsis. Aus den angeführten Versuchen geht hervor, dass das p-Acetamidophenoxylacetamid vollkommen ungiftig ist und prompt antipyretisch wirkt. Es besitzt vor dem Phenacetin den Vorzug in Wasser löslich und höchst wahrscheinlich noch weniger schädlich zu sein.

Auch das Chloralderivat des p-Acetamidophenoxylacetamid wurde physiologischen Versuchen unterzogen und, nachdem durch Verfüttern desselben an Hunde zunächst die Ungiftigkeit konstatiert worden war, um die schlafbringende Wirkung im Vergleich zum Chloralhydrat festzustellen, in folgender Weise verfahren.

Zwei Kaninchen erhielten, auf das Körpergewicht berechnet, dieselbe Menge Choral, das eine als Chloralhydrat, das andere als p-Acetamidophenoxylacetamidochloral in Wasser gelöst subkutan injiciert: ein Kaninchen von 2200 g Körpergewicht 0,6 Choralhydrat und ein Kaninchen von 1700 g Körpergewicht 1,5 g p-Acetamidophenoxylacetamidchloral. Die Temperatur des grösseren Kaninchens betrug vor der Injektion 39,6° C. und ging auf 39,4° C. zurück, die Temperatur des 2. Kaninchens dagegen betrug vor der Injektion 39,8° C. und ging binnen ½ Stunde auf 37,4° C. Während das 1. Kaninchen schläfrig und träge wurde, stellten sich bei dem 2. Kaninchen binnen 3—5 Minuten alle Zeichen tiefen Schlafes ein. Der Muskeltonus war stark verringert, die Extremitäten verharrten in der Lage, die ich ihnen erteilte, und der Liedreflex war erloschen. Am andern Morgen war das Tier wieder vollständig munter.

Dasselbe Tier erhielt einige Tage später 0,5 p-Acetamidophenoxylacetamidchloral in gleicher Weise und zeigte genau wie vorher das erste Kaninchen bei Injektion von Chloralhydrat Schläfrigkeit und Abgeschlagenheit. Aus den Versuchen lässt sich unzweifelhaft erkennen, dass das p-Acetamidophenoxylacetamid im p-Acetamidophenoxylacetamidchloral die schlafbringende Wirkung des Chorals bedeutend erhöht und dass beide Verbindungen vollständig ungiftig sind.

Herr Professor Dr. v. Strümpell hat die Liebenswürdigkeit gehabt mit beiden Präparaten Versuche in den Kliniken anzustellen, über die, falls ihr Resultat von grösserem Interesse sein sollte, später an anderer Stelle berichtet werden wird.

Im Anschluss an die beobachtete Wirkung des p-Acetamidophenoxylacetamids bin ich damit beschäftigt noch p-Acetamidophenoxylacet-anilid, -phenetidid und -p-dimethylamidoanilid darzustellen, doch sind die Versuche noch nicht abgeschlossen.

Zum Schluss ergreife ich an dieser Stelle gern die Gelegenheit Herrn Dr. Schulz für die liebenswürdige Anleitung und stets hilfreiche Unterstützung bei Ausführung der physiologischen Versuche meinen herzlichsten Dank auszusprechen.



Zur Geschichte der Blutalkalimetrie.

Von Dr. med. F. Glatzel.

Mit der Prüfung eines neuen Verfahrens zur Bestimmung der Alkalescenz des Blutes beschäftigt, habe ich mich in erster Linie mit den bisher gebräuchlichen dem gleichen Zweck dienenden analytischen Methoden, ihren Vorzügen und ihren Fehlern vertraut machen müssen.

Da die einschlägige Litteratur sehr umfangreich ist, so war auch die litterarische Vorarbeit keine geringe. Aus dieser Arbeit ist die nachfolgende historische Darstellung der Blutalkalimetrie hervorgegangen. Zu ihrer Abfassung veranlasste mich die Erwägung, dass die Bestimmung der Alkalescenz des Blutes nicht allein physiologisches, sondern vielmehr noch klinisches Interesse beanspruchen darf. Je mehr durch die neueren hieher gehörigen Publikationen die praktisch wichtige Seite dieser Art der Blutanalyse in den Vordergrund gerückt worden ist, umsomehr dürfte ein kritischer Überblick über die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der Blutalkalimetrie gerechtfertigt erscheinen.

Sieht man von einigen um die Mitte des 17. Jahrhunderts aufgestellten Hypothesen, so vor allem von dem chemiatrischen System des de la Boë-Sylvius ganz ab, so gebührt nach Landois' und Drouin's[1]) übereinstimmend lautenden Angaben das Verdienst, das Augenmerk der Forscher auf die Alkalescenzbestimmung des Blutes gerichtet zu haben, Dr. Cahen[2]) fils,

1) Drouin: Hémo-acidimetrie, hémo-alkalimetrie. Thèse. Paris 1892. — Auf diese umfassende Arbeit, die sich durch eine sorgfältige Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur auszeichnet, soll hier noch besonders aufmerksam gemacht werden.

2) Dr. Cahen fils. — „Recherches expérimentales sur l'alcalinité du sang humain." Bull. de l'Ac. de med. t. XV, p. 933—937, Séance du 2. juillet 1850, et t. XVI, p. 906—908, Séance du 3. juin 1851.

der 1850 der Académié de Medécine zu Paris eine Arbeit vorlegte, betitelt: Recherches expérimentales sur l'alcalinité du sang, in der er über eine Anzahl von Bluttitrationen mittelst Phosphorsäure berichtete.

Für lange Zeit war dies der erste und letzte derartige Versuch. Erst 15 Jahre später wandte man sich diesem Gegenstande wieder zu, nur versuchte man jetzt auf einem andern Wege als dem der Titration zum Ziele zu kommen.

Es war im Jahre 1865, als Kühne[1]) in Virchow's Archiv sein bekanntes einfaches Verfahren, die Reaktion hämoglobinhaltiger Flüssigkeiten zu prüfen, veröffentlichte. Das Verfahren bestand darin, dass er Blut in einen Dialysator aus Pergamentpapier brachte, es gegen Wasser dialysieren liess und die Reaktion des farblosen Diffusates prüfte. Den Dialysator selbst stellte er sich auf ganz einfache Art her, indem er ein Stück feuchten vegetabilischen Pergamentpapiers zwischen eine bis zur Siedehitze erwärmte Kugelform und die derselben entsprechende vom Zapfen nicht abgelöste Bleikugel presste und ihm auf diese Weise die Gestalt eines Löffelchens verlieh. („Löffeldialysator“). Die Ausführung des Experimentes geschah folgendermassen: Er brachte einen kleinen Tropfen Blut in den Dialysator und einen Tropfen Wasser in ein feuchtes Uhrschälchen, setzte das Löffelchen auf das Wasser und bedeckte das Ganze mit einem zweiten Uhrgläschen. Nach einiger Zeit war die Diffusion beendet und das Diffusat zur Prüfung fertig.

Gerade das Bestreben, durch seine Methode eine ungefärbte, zur Prüfung mit Lakmus vorzüglich geeignete Flüssigkeit zu erhalten, wurde für Kühne die Ursache einer grossen Fehlerquelle; denn, da ein Teil des Blutalkalis an nicht diffusible Eiweisskörper gebunden ist, mithin nicht im Diffusat vorhanden sein kann, ist die gefundene, die Stärke des wirksamen Alkalis veranschaulichende Zahl viel zu niedrig, besonders da, wie Landois im Gegensatz zu Kühne nachgewiesen hat, die Blutkörperchen, die beim Dialysieren zurückgehalten werden, in viel höherem Grade alkalisch reagieren als das Serum.

---

1) W. Kühne: Ein einfaches Verfahren die Reaktion hämoglobinhaltiger Flüssigkeiten zu prüfen. Archiv f. patholog. Anat. u. Physiol. Bd. XXXIII, S. 95 u. 96.

Es ist daher das Kühne'sche Verfahren für qualitative Untersuchungen ganz wohl geeignet, dagegen für quantitative aus dem eben angeführten Grunde fast ganz unbrauchbar.

Zwei andere, allerdings ebenfalls nur qualitativ verwertbare Methoden wurden 1867 und 68 von N. Zuntz[1]) und O. Liebreich[2]) angegeben.

Zuntz gibt in seinem Aufsatz „Über den Einfluss des Partiardrucks der Kohlensäure auf die Verteilung dieses Gases im Blute“ folgende Anleitung zur Ausführung der Alkalescenzbestimmung: Um die Reaktion des Blutes zu prüfen, befeuchte man Reagenspapier mit einer konzentrierten Lösung von Chlornatrium oder Natriumsulphat und bringe dann mittels eines Glasstabes einen möglichst kleinen Tropfen des Blutes darauf. Der Farbstoff diffundiert nicht ins Papier und am Rande des Tropfens erscheint nach einiger Zeit die Reaktion. In einer zweiten, etwa 3 Monate später erschienenen Arbeit erweiterte er dieses Verfahren noch etwas, indem er angibt, man solle das Blut nach einigen Sekunden mit Fliesspapier wieder absaugen, damit die Reaktion klarer hervorträte. Auch gibt er in dieser zweiten Arbeit bereits ein quantitatives Verfahren zur Alkalescenzbestimmung an, auf das wir später bei Besprechung dieser Methoden zurückkommen werden.

Ganz ähnlich wie Zuntz verfährt O. Liebreich, nur verwendet er statt des Reagenspapiers dünne, mit roter Lakmuslösung getränkte und dann getrocknete Alabaster-Gipsplättchen. Er bringt auf ein Gipsplättchen einen Tropfen Blut, entfernt ihn nach kurzer Zeit mit einem Strahl destillierten Wassers und erhält so einen scharf begrenzten blauen Fleck auf rotem Grunde. Wie aus den Versuchen Dr. Baldi's[3], der nach der Liebreich-schen Methode arbeitete, aber nicht das Blut in toto, sondern nur das Plasma prüfte, hervorgeht, ist das Verfahren auch in geringem Grade geeignet, quantitativ verwertet zu werden, insofern es bei einiger Übung gestattet, Unterschiede in der Farbenintensität der hervorgebrachten Flecken wahrzunehmen.

---

1) Zuntz, Zentralblatt für die med. Wissenschaften Bd. V, S. 529 und 801. 1867.

2) Liebreich, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Bd. I, S. 48—49.

3) Dano Baldi: Lo Sperimentale Bd. XV, p. 400—404. 1885.

Ungefähr gleichzeitig mit D. Baldi beschäftigten sich auch De Renzi[1]) und Marotta mit der Blutalkalimetrie, wandten aber das von Nicola Reale[2]) im Jahre 1884 modifizierte Liebreich'sche Verfahren an; sie brachten nämlich den Blutstropfen auch auf eine Gipsplatte, beobachteten jedoch die Reaktion nicht auf derselben Seite, sondern auf der Rückseite mittelst Lakmuspapier, das sie dagegen hielten. Auch sie machten gleichzeitig neben der qualitativen Bestimmung einige vergleichende quantitative Untersuchungen, indem sie Blut einer Anzahl verschiedener Kranken auf seine Reaktion hin prüften.

An letzter Stelle seien unter den Methoden der qualitativen Alkalescenzbestimmung hier noch ganz kurz die von Mosler[3]) und E. A. Schäfer[4]) angewendeten erwähnt. Mosler, der zum ersten Male das frische Blut eines an lienaler Leukämie leidenden Mannes auf seine Reaktion prüfen wollte, liess das durch Schröpfen erhaltene Blutquantum in eine verdünnte Lakmuslösung fliessen und beobachtete hierbei, dass die blaue Farbe des Lakmus bestehen blieb, wenn auch die rötliche Farbe des Blutes etwas durchschimmerte.

E. A. Schäfer schliesslich brachte den Tropfen Blut einfach auf einen Streifen schwachroten glatten Lakmuspapiers (feinen Postpapiers) und entfernte ihn wieder nach einer nur wenige Sekunden währenden Einwirkung. Diese Methode ersetzt die anderen angegebenen auf das Vollkommenste und genügt auch zum Nachweis der von Zuntz ermittelten Thatsache, dass die Alkalescenz des Blutes nach seiner Entleerung aus der Ader rasch in erheblichem Grade abnimmt, um so mehr, je stärker sie ursprünglich war. (cfr. A. Gruenhagen, Lehrbuch der Physiologie Band I. Seite 10. 1885).

Eine Art Mittelstellung zwischen den bisher angeführten und den bald zu besprechenden, eine genaue Bestimmung der Alkalescenz bezweckenden Methoden nehmen die beiden von

1) De Renzi u. Marotta: Rivista clinic. e terapeutic. Jahrg. 7, S. 268—271. 1885.

2) Nicola Reale: Giornale di Farmacia, di Chimica e di sc. affini XXXIII, p. 553—555. 1884.

3) Mosler: Zeitschrift für Biologie VIII, S. 147. 1872.

4) E. A. Schäfer: The journal of Physiol., vol. III, p. 292—293, 1880—82.

Drouin[1]) einerseits und John Berry Haycraft und R. J. Williamson[2]) andrerseits in die Blutalkalimetrie eingeführten, jedoch nicht in allgemeine Aufnahme gekommenen Methoden ein. Nur des geschichtlichen Interesse halber soll ihrer hier noch besonders gedacht werden.

Wie Drouin in seiner Inauguraldissertation mitteilt, stellte er sich zunächst zehn verschieden starke, in ihrem Titer genau bekannte Oxalsäurelösungen her und imprägnierte mit diesen Lösungen 10 kleine viereckige Fliesspapierstücke, die er zuvor mit Lakmuslösung getränkt und dann getrocknet hatte. Im Augenblick, wo er eine Alkalescenzbestimmung machen wollte, brachte er in die Mitte dieser so mit Lakmustinktur und Oxalsäurelösung behandelten Papiere erst einen Tropfen einer Natriumsulphatlösung und dann den Blutstropfen. Unter den Bedingungen, wie Drouin sie hergestellt hatte, blieben die Blutkörperchen im Zentrum des Reagenspapieres liegen, und nur das Plasma diffundierte ringsherum nach aussen.

Auf den Papieren nun, die mit der schwächsten Oxalsäurelösung getränkt waren, nahm die an den Tropfen angrenzende mit dem Blutplasma imbibierte Zone eine blaue Farbe an. Der Farbenton verlor bei den anderen Papieren allmählig in dem Maasse an Intensität, als die Konzentration der von dem betreffenden Papierquadrat aufgesaugten Oxalsäure zunahm. Auf einem der Papiere war eine Farbenänderung schliesslich gar nicht mehr zu beobachten; es war das dasjenige, auf dem sich Alkalescenz und Acidität das Gleichgewicht hielten, oder mit anderen Worten, wo die Neutralitätsgrenze erreicht war.

Ganz gleiche Versuche stellte Drouin weiterhin mit Streifen von geglättetem, sogenanntem Wathman-Papier an; er tränkte auch diese mit verschieden starken, vorher mit Lakmus leicht rot gefärbten Säurelösungen und brachte auf jeden einen Blutstropfen, den er dann mit einem Stückchen feuchter Leinwand wieder absaugte, wie es vor ihm schon E. A. Schäfer gethan hatte. Das Blut liess auch hier auf dem ersten, säureärmeren Papieren einen blauen Fleck zurück, der um so schwächer wurde,

1) l. c. pag. 33. 34.

2) J. B. Haycraft und R. J. Williamson, Zentralblatt für Physiologie III, S. 222—223. 1889.

je reicher an Säure das Reagenspapier war; bei den säurereicheren Papieren verschwand der Fleck schliesslich ganz, sobald die Alkalinität des Blutes durch den Säuregehalt des Papiers völlig neutralisiert war.

Der leitende Gedanke bei diesen beiden Methoden war der, dass aus dem allmähligen Verschwinden des Grundtones ein Schluss auf die Stärke der Alkalescenz gezogen werden sollte. Es musste deshalb vorher durch Titration mit einer Lauge von bekannter Stärke die in jedem der zehn Papiere enthaltene Säuremenge ganz genau bestimmt werden, so dass man am Schluss jedes Versuches sagen konnte: Da der Neutralisationspunkt z. B. auf Papier V erreicht wurde, entspricht die Alkalescenz des Blutes einem Quantum Natriumhydroxyd von so und so viel Milligramm, welches gleichfalls imstande ist, die in Papier V vorhandene Säure zu neutralisieren.

Der grosse Vorteil dieses Verfahrens lag einmal in der Schnelligkeit, mit welcher man arbeiten konnte, und dann in seiner Einfachheit. Leider aber findet der Übergang vom blauen Flecken zur ursprünglichen roten Farbe nur so allmählig statt, dass die exakte Bestimmung der Grenze zwischen Alkalescenz und Acidität ziemlich unsicher wird, allerdings noch eben so sicher, wie bei der oben angegebenen Liebreich'schen Methode zur Prüfung tierischer Gewebe.

Ebensowenig zur exakten quantitativen Hämoalkalimetrie geeignet ist das nur durch eine vorläufige Notiz aus dem Jahre 1889 bekannt gewordene Verfahren von J. B. Haycraft und R. J. Williamson[1]), welche den Vorschlag machen, man solle sechs oder sieben Lakmuspapierstreifen, die ebenfalls mit Säuren von verschiedener Konzentration getränkt sein müssen, mit dem zu untersuchenden Blute in Berührung bringen. Das stark alkalische Blut würde dann, so sagen sie, auf dem starksauren Papier eine deutliche Reaktion hervorrufen, das schwach alkalische auf dem säurearmen Papier und so stufenweise fort für die anderen Papiere auch. Die in jedem Streifen enthaltene Säuremenge soll auch hier zuvor durch Titrieren mit Kalilauge festgestellt werden. Ausserdem empfehlen die Autoren noch, — es ist nicht ganz klar, zu welchem Zwecke — das getrocknete Reagens-

---

1) s. v.

papier mit Petroleum zu tränken und darauf sorgfältig zu glätten.

Da man nach jener vorläufigen Mitteilung in der Litteratur der folgenden Jahre gar nichts weiter über dieses alkalimetrische Verfahren angegeben findet, so hat es den Anschein, als wären die Erfinder desselben selbst ganz von seiner Verwertung zurückgekommen.

Wenden wir uns nun den rein quantitativen Bestimmungen der Alkalescenz des Blutes zu. Es wird sich bei der Darstellung der von verschiedenen Seiten angegebenen Methoden empfehlen, sich der Übersichtlichkeit halber einer gewissen Einteilung zu bedienen, und es scheint mir am zweckmässigsten, hierin Drouin zu folgen, der die empfohlenen Methoden in hämoalkalimetrische, hämoacidimetrische und in gasometrische einteilt.

Beginnen wir mit der Besprechung der Blutalkalimetrie.

Als erste Arbeiten, welche in diese Kategorie hineingehören, muss man eigentlich die — bereits anfangs erwähnten — von Cahen und N. Zuntz betrachten, die beide Titrationen des Blutes mit Phosphorsäure ausführten. Zuntz, welcher die Phosphorsäure allen anderen Mineralsäuren vorzog, weil sie Eiweiss nicht koagulierte und vor organischen den Vorzug hatte, dass sie nicht die Möglichkeit der Oxydation durch ozonisierten Sauerstoff darbot, leitete das Blut, um Zersetzungen zu vermeiden und die Änderungen der Alkalescenz nach der Entleerung momentan zu sistieren, direkt aus der Ader in ein in Eis stehendes Gefäss, titrirte mit der stark verdünnten Säure und prüfte von Zeit zu Zeit die Reaktion mit feinem Seidenpapier, das er sich auf die bereits früher angegebene Weise hergestellt hatte. Oder er digerirte das Blut, ehe er es auf 0° abkühlte, eine gewisse Zeit bei Körpertemperatur und versetzte es vor dem Titriren mit einer entsprechenden Menge Wasser oder Salzlösung, fand aber hierbei die Alkalescenz niedriger als bei der ersten Methode. Da beide Verfahren, obschon sie zu dem Zweck, zu dem sie Zuntz angegeben, nämlich zum Nachweis der Säurebildung bei der Gerinnung, ausreichend sind, zu feineren Bestimmungen sich als unzulänglich erweisen — Zuntz selbst sagt: „Selbstverständlich kann man auf diese Weise keine absoluten Werte erhalten, denn um Zersetzungen zu vermeiden, muss das Titrieren in der Kälte geschehen, wobei CO_2 notwendig einen Fehler be-

dingt", — so kann man die Reihe der Forscher, die sich mit der Ermittelung der im Blute vorhandenen Alkalimenge befassten, mit O. Lassar[1]) beginnen lassen.

Lassar suchte durch direkte Blutuntersuchung die damals schon mehrfach ventilierte Frage, ob die Alkalescenz im Blute des lebenden Organismus durch Einführung von Säuren oder säurebildenden Substanzen alteriert werde, zu beantworten. Zu diesem Zwecke sah er sich genötigt, zuvor die Reaktion des normalen Blutes zu prüfen, und verfuhr hierbei auf folgende Weise: Er liess, nach den Angaben von Zuntz, das Blut aus der Arterie direkt in ein durch Eis gekühltes Gefäss fliessen und titrierte sofort. Zur Titration benutzte er jedoch nicht verdünnte Phosphorsäure, sondern die verschiedene Vorzüge besitzende Weinsäure. Versucht man nämlich nach Lakmuszusatz eine Flüssigkeit mittelst Phosphorsäure zu titrieren, so tritt der Umschlag der blauen Farbe in die rote bei weitem nicht so plötzlich auf als bei Weinsäure oder Schwefelsäure, sondern das entstehende Gemisch von saurem und neutralem phosphorsauren Natron färbt die Flüssigkeitsmenge erst violett, so dass der Neutralitätspunkt nicht mit genügender Sicherheit zu bestimmen ist. (Vgl. Heintz im Journal für praktische Chemie, Neue Folge, Bd. VI. S. 374). Mit Hilfe einer Weinsäurelösung, die 7,5 g acid. tartaric. in einem Liter enthielt, also eine $^1/_{10}$ Normallösung war, bestimmte Lassar die Alkalescenz des normalen Blutes von Hunden, Katzen, Kaninchen und Schafen. Zur Übertragung auf das Blut des Menschen aber war diese Methode nur selten geeignet, da stets mit ca. 30 g Blut gearbeitet wurde, eine Menge, die man heutzutage, wo der Aderlass fast ganz aufgegeben ist, nicht so leicht einem gesunden, viel weniger einem kranken Menschen entziehen wird.

Das Bestreben, diese alkalimetrischen Versuche auch auf das Blut des Menschen auszudehnen und ein möglichst einfaches, nicht nur für physiologische, sondern, wenn angängig, auch für klinische Zwecke geeignetes Verfahren zu gewinnen, veranlasste Lépine[2]) und seine Schüler Canard[3]) und

1) O. Lassar: Archiv für die ges. Physiologie IX, S. 44 ff. 1874.

2) Lépine: C. R. de la Soc. de Biol. — Ser. VI, t. V, p. 84—86. 1878. und Rev. mens. de méd. et de chir. IV, p. 946—949.

3) Canard: Thèse de Paris 1878.

Garel[1]) eine neue, allerdings teilweise auf früheren Arbeiten basierende Methode auszuarbeiten. Sie brachten in einen Messcylinder genau 2 oder 3 ccm einer gesättigten Natriumsulfatlösung, stachen dann mit einer Lanzette einen Finger an und liessen 1 bis 2 ccm Blut unmittelbar in die Salzlösung hineintropfen. Nun titrierten sie das wiederum genau gemessene Gemisch nach dem von Zuntz gemachten Vorschlage, benutzten jedoch abwechselnd Oxalsäure und Weinsäure, ohne irgend einen wesentlichen Unterschied finden zu können.

Drouin, der über dieses Verfahren berichtet, wirft ihm Mangel an Schnelligkeit vor, ein Fehler, der deshalb ins Gewicht fällt, weil in der Zeit („quelques minutes“), die zur Entnahme des Blutes und zur Titration erforderlich ist, das nun nicht mehr mit der lebenden Gefässwand in Berührung stehende Blut Veränderungen erleidet, bei denen es einen Teil seiner Alkalescenz einbüsst. Auch ohne die noch besonders hinzugefügte Vorschrift der Autoren, man solle langsam („avec une certaine lenteur“) arbeiten, um die Kohlensäure entweichen zu lassen, gibt eine so ausgeführte Titration ungenaue Werte. Die Erfinder des Verfahrens gestehen selbst, sie wären ausserstande, die unter ganz gleichen Bedingungen erhaltenen Resultate mit einander zu vergleichen. Trotz alledem muss man, wie Drouin hervorhebt, anerkennen, dass Lépine und seine Schüler die ersten waren, welche ein für klinische Zwecke verwertbares Verfahren angegeben haben.

Bei diesem nur zum Teil geglückten Versuch hatte man einsehen gelernt, dass, wollte man das hämoalkalimetrische Verfahren auch in der Klinik am Krankenbette üben, zwei Bedingungen zu erfüllen seien: man muss erstens schnell und ohne grossen Apparat arbeiten und zweitens mit möglichst wenig Blut auskommen.

Dieser doppelten Bedingung suchte das im Jahr 1885 von Landois[2]) ausgearbeitete Verfahren gerecht zu werden, über das hier nur der Vollständigkeit wegen berichtet werden soll,

1) Garel: Mém. et. C. R. de la Soc. des Sc. méd. de Lyon t. XX, p. 261—266. 1880.

2) Landois: Real. Encyklopädie Bd. III, Artikel Blut, und sein Lehrbuch der Physiologie S. 16. 1885.

zumal dasselbe in Landois' Lehrbuch der Physiologie genau beschrieben ist.

Landois versetzte eine konzentrierte neutrale Glaubersalzlösung mit wechselnden Mengen von Weinsäure — 1 Liter enthielt, wie bei Lassar, 7,5 g acid. tartaric. d. h. 1 ccm sättigte 3,1 mg Natron — und bereitete sich auf diese Weise zehn Gemische, von denen das erste 10 Teile Weinsäurelösung und 100 Teile Natriumsulfatlösung, das zweite 20 Teile Weinsäurelösung und 90 Teile Salzlösung u. s. f., das letzte endlich 100 Teile Säurelösung und 10 Teile Glaubersalzlösung enthielt.

Um nun das Blut, das durch einen kleinen Einstich in den Finger gewonnen wird, zu prüfen, saugt er Weinsäure-Glaubersalzgemisch I bis zur ersten Marke eines mit zwei Teilstrichen versehenen Kapilarröhrchens ein und sodann Blut nach, bis die Flüssigkeiten die zweite Marke erreichen. Der Inhalt des Röhrchens, das nun Blut und Salzlösung zu gleichen Teilen enthält, wird dann in ein Uhrschälchen entleert, gut umgerührt und mit Lakmuspapier auf seine Reaktion geprüft. Hat man so der Reihe nach auch mit den anderen Gemischen die Proben gemacht, so sieht man an den Reagenspapieren leicht, wo die Alkalescenz aufhört und die saure Reaktion zu überwiegen anfängt. Auch hier gibt man ähnlich, wie es Drouin gethan, an, durch welche Weinsäure-Glaubersalz-Mischung die Alkalescenz des Blutes zum Verschwinden gebracht wird.

Eine kleine, das Aufsaugen der Flüssigkeit erleichternde und sicher ermöglichende Anordnung ist noch zu erwähnen: Landois bringt nämlich das obere Ende des Messröhrchens durch einen kurzen Gummischlauch mit einer Pravaz'schen Spritze in Verbindung, deren durch Schraubendrehung zu bewirkende Stempelbewegung eine ganz exakte Aufsaugung gestattet.

Wenngleich das eben geschilderte Verfahren nicht scharf genug ist (J. Munk), so sind doch mit demselben bemerkenswerte Resultate erzielt worden.

Peiper[1]) z. B. fand so die Alkalescenz des Blutes bei Frauen geringer als bei Männern, bei Kindern wieder niedriger

1) Peiper, Virchow's Archiv Bd. CXVI, S. 337—352. 1889.

als bei Erwachsenen. Graeber[1]), der gleichfalls nach Landois' Methode arbeitete, fand, dass die Alkalescenz bei Chlorose und bei anhaltendem Erbrechen gesteigert sei. Ähnliche Untersuchungen über das Verhalten der Blutalkalescenz bei Kranken wurden von W. Rumpf[2]) und später von Anderen, allerdings mitunter nach anderen Methoden, angestellt, doch soll hier, wo es sich nur um eine Beschreibung der angewandten Methoden handelt, nicht weiter darauf eingegangen werden.

Dagegen mag hier die kleine, unbedeutende Modifikation des Landois'schen Verfahrens erwähnt werden, welche ein Amerikaner John A. Jeffries[3]) angegeben hat. Jeffries setzte zunächst seinen Weinsäurelösungen etwas Sublimat hinzu, um sie vor dem Verderben zu schützen, ausserdem aber befestigte er, ziemlich überflüssiger Weise, das Reagenspapier auf einem Korkstückchen und warf dieses sammt dem daraufbefindlichen Blutstropfen in Wasser, um die Reaktion des Blut-Säuregemisches rasch und sicher beobachten zu können.

In Jtalien arbeiteten seit 1885 Mya und Tassinari[4]) mit einer Methode der Alkalescenzbestimmung, die im Wesentlichen auf der Anwendung einer Natriumsulfatlösung und der Titration mit Oxalsäure beruhte. 15—20 ccm Blut, durch Aderlass entnommen, wurden mit 10—20 ccm einer 10 proz. Magnesium- oder Natriumsulfatlösung vermischt und titriert. Die Reaktion des Gemenges wurde von Zeit zu Zeit mit Lakmuspapier geprüft, indem man stets je einen Tropfen auf ein rotes und ein blaues Reagenspapier brachte. Das Papier muss jedoch vollkommen trocken sein, da die vorausgegangene Verdünnung mit der neutralen Salzlösung es nicht erlaubt, feuchtes Papier anzuwenden. Es ist wohl ohne Weiteres klar, dass auch diese Methode aus demselben Grunde, wie früher die Lassar'sche, d. h. wegen der Seltenheit der Fälle, in denen man zur Ader lassen kann, für den Kliniker keinen Wert hat.

---

1) Graeber, Arbeiten aus d. med. klin. Inst. der Universität zu München Bd. II, 2. H., S. 289 ff.

2) Rumpf, Dissertation. Kiel. 27.

3) J. A. Jeffries, The Boston med. and surgic. Journal, vol. CXX, p. 503 ff.

4) Mya und Tassinari, Archiv. per le sc. mediche IX, p. 379—398. 1886 und Mya, Gazetta delle cliniche XXII, p. 243. 1885.

Die beiden italienischen Autoren waren jedoch noch nicht die letzten, die mit einer verhältnissmäsig grossen Quantität Blut arbeiteten oder dem Patienten durch die Art, wie sie ihm das Blut entzogen, Unbequemlichkeiten, wenn nicht gar Schmerzen bereiteten.

Gleich das nächste bekannt gewordene, von v. Jaksch[1]) mehrfach modifizierte Landois'sche Verfahren ist derart, dass es sehr gut für Untersuchungen von Tierblut, dagegen weniger für klinische Zwecke geeignet ist. v. Jaksch nahm die Gedanken Landois' auf, stellte sich also 18 mit Natriumsulfat in ähnlicher Abstufung versetzte Weinsäurelösungen her, von denen er kurz vor dem Gebrauch je 1 ccm in Uhrschälchen brachte. Dann entzog er dem betreffenden Patienten durch Schröpfköpfe Blut, setzte 0,1 ccm davon zu jeder der Weinsäurelösungen, rührte die Mischung gut durcheinander und prüfte die Reaktion mit einem roten und einem blauen Reagenspapier.

Dieses sehr bequeme und, wie gesagt, für Versuche mit Tierblut sehr geeignete Verfahren wurde auch in der That von Winternitz[2]) und J. Swiatecki[3]) zu diesem Zwecke benützt und hat in ihren Händen zu sehr interessanten Ergebnissen über die Physiologie des Blutes geführt.

Hugo Winternitz bestätigt durch seine Untersuchungen die Thatsache, dass das Blut nach seiner Entleerung aus der Ader rasch an Alkalescenz verliert, und er glaubt auf Grund seiner Beobachtungen zu der Annahme berechtigt zu sein, dass diese Abnahme in zwei Etappen erfolge, erstens, sobald das Blut die lebende Gefässwand verlassen habe, ehe es gerinne, und dann während des Eintritts bezw. nach dem Eintritt der Gerinnung. Die Tabelle, welche er zum Beweise seiner Behauptung mitteilt, ist bereits des öfteren in anderen Arbeiten abgedruckt worden, so dass hier auf eine Wiedergabe derselben verzichtet werden kann. Dafür, dass auch die Gerinnung des

1) v. Jaksch: Klinische Diagnostik 1887. S. 3 und Zeitschrift für klinisch. Med. 1888. S. 350 ff.

2) Winternitz, Zeitschrift für physiol. Chemie. Bd. XV, S. 505—512. 1891.

3) Swiatecki, Zeitschrift für physiol. Chemie Bd. XV, S. 49—61. 1890.

Blutes zur Verringerung der Alkalescenz beträgt, sprechen weitere Versuche von Winternitz, aus denen mit Evidenz hervorgeht, dass die Alkalescenz grösser war, wenn das Blut am Gerinnen verhindert wurde, als in dem Falle, wo das Blut gerann.

Die Versuchsanordnung war bei Winternitz folgende: Er führte in die freigelegte Carotis eines Kaninchens eine Kanüle ein, deren Ende mit einem kurzen Gummischlauch versehen war, den man durch einen Quetschhahn verschliessen konnte. In diesen Schlauch wurde eine in $^1/_{10}$ ccm geteilte Pipette eingebracht und dann der Hahn geöffnet, sodass das Blut in die Pipette einströmen und sie vermöge des hohen arteriellen Druckes sofort füllen konnte. Dann wurde das so entnommene Blut zu je 0,1 ccm in Schälchen verteilt und weiter wie bei v. Jaksch resp. Landois verfahren.

Neben dieser Methode bediente sich Winternitz mehrmals noch einer anderen. Er fing eine grössere Quantität Blut unmittelbar in einem geeigneten Gefäss auf und suchte die Alkalescenz direkt durch Titrieren mit einer $^1/_{10}$ Normal-Weinsäure, die er aus einer gewöhnlichen Bürette zufliessen liess, zu bestimmen.

Die mit beiden Methoden gewonnenen Resultate stimmten stets ziemlich gut überein, jedoch erst, nachdem er die zweite etwas modifiziert hatte. Er änderte nämlich die letztere dahin ab, dass er die Weinsäurelösung nicht mit Wasser, sondern mit einer 10prozentigen Natriumsulfatlösung bereitete, weil die mit Wasser angestellte Weinsäure eine teilweise Lösung der roten Blutkörperchen herbeigeführt hatte, welche die Blutfarbe veränderte und die Beurteilung der Reaktion mittelst Lakmus erschwerte, so zwar, dass man meist zu hohe Zahlen für die Alkalescenz erhielt. Winternitz meint hierzu, Lassar hätte übrigens schon dieselbe Beobachtung gemacht, nur hätte er nicht die richtige Deutung dieses Faktums gefunden. Lassar sagt nämlich: Um ein bestimmtes Urteil über den Ausfall der Reaktion zu bekommen, bedarf es allerdings einiger Übung, weil der durch Chlornatrium — Lassar wandte dieses statt des Natriumsulfats an — modifizierte Farbstoff alle Nüancen zwischen gelbrot und hochrot zeigt.

Etwas früher, als Winternitz seine alkalimetrischen Untersuchungen veröffentlichte, hatte Jan Swiatecki ebenfalls in der Zeitschrift für physiologische Chemie eine Arbeit erscheinen lassen unter dem Titel „Über die Alkalescenz des durch Wirkung grosser Natrium sulfuricum-Gaben verdichteten Blutes". Nach mancherlei theoretischen Erwägungen über die Brauchbarkeit der bei seinen Untersuchungen etwa zu verwendenden Methoden zog er die Landois-Jaksch'sche allen anderen vor, besonders der für ihn noch in Frage kommenden, später näher zu beschreibenden gasometrischen Alkalescenzbestimmung, die ihm nicht ganz einwandsfrei erschien.

Swiatecki wandte eine $^1/_{100}$- und $^1/_{200}$-Normal-Oxalsäurelösung an, die er in 18 Probiergläser derart verteilte, dass das erste Glas 4,5 ccm $^1/_{100}$-Lösung enthielt, das zweite 4,0 ccm der $^1/_{100}$- und 0,5 ccm der $^1/_{200}$-Lösung, das dritte 4,0 ccm der $^1/_{100}$-Lösung, das vierte 3,5 ccm der $^1/_{100}$- und 0,5 ccm der $^1/_{200}$-Lösung, u. s. w. Nun vermischte er 10 ccm Blut, das er direkt der Ader entnommen hatte, mit 90 ccm einer 10prozentigen völlig neutralen Lösung von Natriumsulfat und brachte in Probiergläser oder Uhrschälchen mittelst Pipette je 5 ccm der Mischung, so dass jede Portion 0,5 ccm reinen Blutes enthielt. Nach möglichst vollkommener Mischung mit den verschieden starken Säurelösungen legte er in jedes Uhrschälchen bezw. Probierglas je ein rotes und ein blaues Lakmuspapier: ein Vergleich der Farbennüancen zeigte an, in welchem Glase die Flüssigkeit eine neutrale Reaktion angenommen hatte. Alle diese scheinbar so zeitraubenden Prozeduren waren in nicht mehr als zwei Minuten vollendet, vorausgesetzt dass man die ganzen Versuche ohne Unterbrechung zu Ende führte.

Wie bereits erwähnt, war schon von mehreren Seiten der Versuch gemacht worden, die roten Blutkörperchen, welche einen störenden Einfluss auf die Reaktionsbestimmung mit Hilfe von Farbstoffindikatoren ausüben, bei der Titration ganz auszuschalten. Das ist z. B. bei fast allen qualitativen Methoden der Fall gewesen, besonders bei der von Baldi[1]) vorgeschlagenen, der überhaupt nur das Plasma abgetrennt und dessen Reaktion bestimmt wissen will. Es ist von vornherein einleuchtend, dass

1) l. c.

die Werte, die man so erhält, viel zu niedrig ausfallen müssen, und dass daher das Verfahren keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben kann.

Neuerdings wurde nun eine Methode bekannt, die ebenfalls auf dem Prinzip der Trennung in Plasma und Cruor beruht; es ist das von Kraus[1]) in zwei Modifikationen angegebene. Kraus, der vielleicht selbst nicht ganz von der Genauigkeit seiner Werte überzeugt ist — wenigstens geht dies aus einigen Andeutungen in seiner Arbeit hervor —, schlug vor, man solle das Blut mit dem vierfachen Volumen konzentrierter neutraler Ammoniumsulfatlösung versetzen, möglichst schnell filtrieren und das farblose Filtrat unter Verwendung von Lakmoid, einem von Traube und Hock[2]) empfohlenen Indikator, titrieren. Dem Hinweis auf den Fehler, der sich offenbar einstellen muss, weil das an die Blutzellen gebundene Alkali nicht mit zur Titration gelangt, glaubt er durch folgende Überlegung begegnen zu können. Beim Ausfällen des Hämoglobins und der Eiweisskörper schrumpfen die Blutkörperchen und gestatten der in ihnen enthaltenen alkalischen Flüssigkeit in die Salzlösung überzutreten. Man darf somit annehmen, sagt er, dass hier die gesammte Alkalescenz des Blutes zur Titration gelangt.

Es ist jedoch im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass die Blutzellen, selbst wenn sie schrumpfen, ihr Alkali so leicht abgeben, wie Kraus es annimmt; zumal Loewy[3]) nachgewiesen hat, dass bei einer dem Gefrierpunkt nahen Temperatur die Ausgleichsprozesse im ruhenden Blut sehr langsam ablaufen und sogar nach 12 Stunden der Übertritt der Alkalien in das Plasma noch nicht beendet ist. Daher erscheint es wohl unbedingt nötig, die Blutkörperchen erst aufzulösen und zerstören, ehe man das ganze in ihnen enthaltene Alkali titrieren kann.

---

1) Kraus: a) Archiv f. experiment. Pathol. und Pharmakol. Bd. XXVI, S. 186—222. 1889/90.
b) Zeitschrift f. Heilkunde Bd. X, S. 106—162.

2) Traube u. Hock: Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Bd. XVII, S. 2615.

3) Loewy: a) Pflüger's Archiv Bd. LVIII, S. 462 ff. 1894.
b) Centralblatt d. med. Wissensch. 1894. S. 785.
c) du Bois-Reymond's Archiv 1893. S. 556.
d) Centralblatt f. kl. Medizin 1892. Nr. 34.

Dieselbe Ungenauigkeit kann man auch der zweiten Methode von Kraus zum Vorwurf machen, allerdings muss man hierbei bedenken, dass Kraus selbst das „Titrationsergebnis nur insofern als Maass der Gesamtalkalescenz des Blutes gelten lässt, als man annehmen muss, dass zwischen Blutkörperchen und Plasma ein reger Austausch stattfindet, und eine wesentliche Reaktionsdifferenz auf die Dauer kaum bestehen kann.“ Bei seinem zweiten Verfahren nun versetzt er das Blut mit dem 9fachen Volumen einer 1 prozentigen Kochsalzlösung und lässt es bei der Temperatur des tauenden Eises 12 Stunden lang ruhig stehen. Dabei senken sich die Blutkörperchen zu Boden, und das über ihnen stehende klare Serum kann abgehebert und unter Verwendung von Phenolphtalein oder Lakmus auf seine Reaktion geprüft werden.

Dass die gegen die Kraus'schen Methoden erhobenen Einwände nicht ungerechtfertigt waren, hat A. Loewy bewiesen, der, angeregt durch Professor Zuntz, sich nicht mit der Kritik der Untersuchungen von Kraus begnügte, sondern eingehende Versuche anstellte, um die Resultate, die er nach seiner eigenen Methode erhielt, mit denen von Kraus zu vergleichen und etwaige Differenzen aufzuklären. Es zeigte sich in der That ganz deutlich, dass die Kraus'schen Werte für das Gesamtblut, wie nicht anders zu erwarten, viel zu niedrig lagen, sogar so niedrig, dass sie nicht einmal an die Loewy'schen Werte für das Serum heranreichten. Loewy fand ferner, dass die Kraus'schen Werte nicht in konstantem Verhältnis zu den seinen stünden, was wohl auf der Verschiedenheit der Temperatur, der grösseren oder geringeren Schnelligkeit der Filtration bei der ersten Kraus'schen Methode und der Dauer des Absitzenlassens bei der zweiten beruhen möchte. Ein weiterer Grund für die Niedrigkeit der nach dem ersten Verfahren gefundenen Werte liegt nach Loewy in der geringen Menge des angewandten Ammoniumsulfats, da bei einer Erhöhung der Spannungsdifferenz zwischen diesem und dem Alkali der Blutzellen, die bei Anwendung grösserer Ammoniumsulfatmengen eintritt, die Werte viel höher ausfallen.

An die Arbeiten von Kraus schliessen sich nun, wenn wie die zeitliche Reihenfolge innehalten wollen, die von Freudberg auf der Berner medizinischen Klinik angestellten Versuche an.

Freudberg[1]) brachte einen Blutstropfen — 0,05 ccm —, den er aus der Fingerbeere mittelst Schnäpper erhielt, mit konzentrierter Natriumsulfatlösung zusammen, die mit $^1/_{10}$ — 1 Volumen einer $^1/_{10}$ — $^1/_{100}$ Lösung von Weinsäure versetzt war, und probierte aus, welche Sulfat-Säure-Blutmischung gegen empfindliches Lakmuspapier neutral reagierte. Er fand so die Alkalescenz von 100 ccm Blut entsprechend 200—240 mg NaOH.

Weiterhin gibt wiederum Drouin[2]) in seiner viel zitierten Arbeit ein neues alkalimetrisches Verfahren an, dem er verschiedene Vorzüge vor anderen Methoden nachrühmt. Das Kapital, das er der Besprechung desselben widmet, beginnt er damit, dass er sagt, der hauptsächlichste Fehler der Landois'schen Methode bestehe darin, dass man mit einem viel zu grossen Apparat zu arbeiten gezwungen sei. So müsse man sich stets zehn leicht verderbende Säurelösungen und eine Kochsalzlösung, die zur Reinigung des Kapillarröhrchens gebraucht wird, bereit halten und alle diese an das Krankenbett transportieren, wenn man eine Blutuntersuchung zu machen beabsichtige.

Drouin selbst bedient sich nur einer Oxalsäurelösung, die 2 g Oxalsäure im Liter Wasser enthält, und einer 20prozentigen Natriumsulfatlösung. Die Säure schützt er durch einige Tropfen Thymol vor dem Verderben und bewahrt sie ausserdem im Dunkeln auf.

Beide Flüssigkeiten befinden sich in Flaschen, deren Stopfen mit Tropfenzählern, die man sich selbst leicht herstellen kann, versehen sind.

Will man nun eine Alkalescenzbestimmung machen, so lässt man zunächst in eine Reihe kleiner Schälchen eine Anzahl Tropfen von Oxalsäure fallen, und zwar in das erste einen, in das zweite zwei u. s. f., in das letzte endlich 10 Tropfen; dann setzt man, ebenfalls tropfenweise, die Salzlösung hinzu, jetzt aber in umgekehrter Reihenfolge, so dass in das erste Schälchen zehn, in das letzte aber ein Tropfen kommen. Da nun der Titer einer jeden Mischung bekannt, bleibt nur noch übrig, Blut hinzuzufügen und die Änderung der Reaktion zu beobachten. Um nun in jede Schale die gleiche Menge Blut hineinbringen

1) A. Freudberg, Virchnos Archiv Bd. CXXV, S. 555—600.
2) l. c. S. 46 ff.

zu können, bediente sich Drouin eines kleinen Cylinders von 15 ccm Länge und 2 mm Durchmesser, dessen unteres Ende in eine Spitze ausgeht, während das obere Stück zu einem Spritzenrohr erweitert ist, in dem ein Stempel auf und ab bewegt werden kann. Der eigentliche Cylinder ist noch in 10 gleiche Teile von je 50 cmm Inhalt geteilt, deren jeder abermals in 4 Unterabteilungen zerfällt. Mit diesem Apparat saugt man zuerst 250 cmm der Natriumsulfatlösung auf und spritzt diese in ein kleines Kelchglas aus, dann lässt man aus einem Einstich in eine Fingerbeere das gleiche Quantum Blut zu der Salzlösung zutropfen, mischt beides sorgfältig und verteilt die 500 cmm Blutmischung mit Hilfe der Spritze gleichmässig auf die in oben angegebener Weise mit Oxalsäure und Natriumsulfat beschickten Schälchen. Den Inhalt der Schälchen prüft man jetzt, ähnlich wie bei den anderen Methoden, mit Lakmuspapier auf seine Reaktion.

Diese ganze Operation dauert in Wirklichkeit bei weitem nicht so lange, als zu ihrer Erklärung notwendig ist; es vergehen vielmehr nur wenige Sekunden zwischen dem Einstich in den Finger und dem Ablesen der Reaktion.

Auch in diesem Falle begnügte sich Drouin nicht mit der Angabe einer einzigen Methode, sondern er empfiehlt gleichzeitig eine zweite, die jedoch nur den Zweck hat, die Alkalescenz des Serums allein zu bestimmen. Untersucht man zuerst die Alkalescenz oder, wie Kraus sagt, die Säurekapazität des Gesamtblutes und dann die des Serums, so kann man für beide Zwecke ein und dieselbe Fingerwunde benutzen. Man lässt, wenn man eine Alkalescenzbestimmung des Serums ausführen will, etwa 3 ccm Blut in einen kleinen graduierten Glascylinder fliessen, der ungefähr 4 ccm Inhalt und einen lichten Durchmesser von 10 mm hat. Drouin wählte absichtlich so kleine Masse, die er auch sorgfältig innegehalten wissen will, weil in einem derartigen Gefässe die Bildung eines Blutkuchens sehr begünstigt werde, der sein Serum energisch auspresse. Hat man die Cylinder mit Blut gefüllt, so wird er mit einem Kautschukstopfen verschlossen und an einem kühlen Orte etwa 10—11 Stunden aufbewahrt. Wenn sich nach Ablauf dieser Zeit das klare Serum oben angesammelt hat, holt man mit einer gebogenen Platinnadel den Blutkuchen heraus. Etwaige bei dieser Prozedur

entstehende Trübungen, die durch losgelöste Blutkörperchen bedingt sind, beseitigt man dadurch, dass man das Serum nochmals für eine gewisse Zeit in einen Kühlapparat bringt, wobei sich dann die suspendierten Blutzellen zu Boden senken und das Serum ganz klar wird und ohne Schwierigkeit titriert werden kann. Je nachdem man Lakmus oder Phenolphtalein als Indikator bei der Titration braucht, muss man jetzt verschieden verfahren. Für Lakmus bedient man sich des gewöhnlichen Verfahrens, indem man erst den Farbstoff zugefügt und dann allmählig soviel Säure zutropfen lässt, bis man einen Farbenumschlag erzielt. Bei der Anwendung von Phenolphtalein ist man aber gezwungen anders zu verfahren. Man entnimmt zunächst mit einer graduierten Pipette 0,5 ccm Serum und entleert es in ein kleines Gefäss. Dann setzt man einen ccm destillierten Wassers und einen Tropfen Phenolphtalein hinzu, erhitzt das Ganze in einer Abdampfschale auf dem Sandbade und verjagt so die gesamte Kohlensäure; dabei koaguliert das Eiweiss und trübt die Flüssigkeit etwas. Nach dem Erhitzen taucht man das Gefäss unter gleichzeitigem Umschütteln seines Inhaltes 4—5 Mal in kaltes Wasser. Jetzt lässt man die als Titrationsflüssigkeit dienende Schwefelsäure — 1 g H_2SO_4 auf 1 Liter Wasser — aus einer Bürette langsam zu dem Serum zufliessen und schüttelt dabei gehörig um. Ist die ursprünglich rote Flüssigkeit weiss geworden, so bringt man sie von neuem auf das Sandbad. Rötet sie sich nun wieder, so fügt man solange Säure zu, bis die rote Farbe nicht mehr zu erkennen ist, und erhitzt wiederum. In dieser Weise wird fortgefahren, bis zum ersten Male beim Erhitzen die rote Farbe nicht mehr zum Vorschein kommt. Dann ist die Grenze zwischen Alkalescenz und Acidität erreicht, und man berechnet nun aus der Menge der verbrauchten Schwefelsäure die Grösse der Säurekapazität des Serums.

Gegen das schon von mehreren Autoren angewandte Verfahren, zur Verhütung der Blutgerinnung dem Blut Natriumsulfat- oder Magnesiumsulfatlösung zuzusetzen, erhob auch A. Loewy[1]) den Einwurf, dass dabei das in den Blutkörperchen enthaltene Alkali in mehr oder weniger grosser Menge in diesen

1) Loewy, Pflüger's Archiv Bd. LVIII, S. 474 ff.

zurückgehalten und bei der Titration der Einwirkung der zugesetzten Säure entzogen werde. Er empfiehlt daher, zur Alkalimetrie ausschliesslich lackfarbenes Blut zu verwenden, das durch Einfliessenlassen des frischen Blutes in Eiswasser oder Glycerin hergestellt wird.

Es ist sehr interessant zu verfolgen, wie Loewy zur Titration lackfarbenen Blutes gelangt, und wir wollen an der Hand mehrere seiner Arbeiten, vor anderen einer in Pflüger's Archiv erschienenen, betitelt „Untersuchungen zur Alkalescenz des Blutes" den Entwicklungsgang seiner Methoden kennen zu lernen versuchen. Loewy titrierte zunächst das Blut nach dem ursprünglich Zuntz'schen Verfahren, indem er es in eine neutrale Salzlösung, gewöhnlich Magnesiumsulfat, einfliessen liess und die Mischung mit Weinsäure oder einer anderen Säure titrierte. Hierbei fand sich nun, dass es, wenn man bei Zimmertemperatur arbeitete, sehr schwer war die Neutralisationsgrenze exakt zu bestimmen; fast in allen Fällen, wo man sie erreicht zu haben glaubte, wurde die Flüssigkeit nach einiger Zeit wieder alkalisch. Diese Erscheinung wiederholte sich mehrmals, mitunter konnte man sogar nach 24 Stunden noch beobachten, dass das Gemenge alkalisch reagierte, obwohl man es vorher sicher neutralisiert hatte. Es war also ganz augenscheinlich die Dauer der Titration von ganz besonderem Einfluss auf ihr Resultat. Weiter zeigte sich aber auch, dass die Temperatur eine wichtige Rolle spielte, sofern bei Eistemperatur das erneute Auftreten der alkalischen Reaktion viel länger auf sich warten liess als bei Zimmertemperatur. Es waren demnach die Werte, die man durch Titration in der Kälte, etwa bei 2° C., gefunden hatte, weit weniger schwankend als die bei Zimmertemperatnr gewonnenen d. h. man geriet bei den letzteren leicht in Zweifel, ob die Neutralitätsgrenze wirklich erreicht war, weil der Übergang von der neutralen bezw. sauren Reaktion in die alkalische oft schon nach kurzer Zeit wieder einzutreten begann.

Die durch Titration in der Kälte erhaltenen Resultate sind nun, wie Loewy überzeugend nachwies, denen gleich, die man bekommt, wenn man statt des Gesammtblutes ein diesem gleiches Volumen des aus ihm abgesetzten Serums titriert. Noch augenfälliger werden die Differenzen zwischen den bei verschiedenen Temperaturen vorgenommenen Titrationen, wenn man an Stelle

des gesammten Blutes den Körperchenbrei benutzt, wie er sich in defibriniertem Blute vom Serum abscheidet. So ergab beispielsweise ein Versuch Loewy's, dass 5 ccm Blutkörperchenbrei, aus defibriniertem Pferdeblut gewonnen und in Magnesiumsulfatlösung eingetragen, bei einer Temperatur von 2° C. 4,2 ccm Säure neutralisierten, bei 22° C. schon 7,6 ccm und bei 37,5°—40° C. gar 19,05 ccm Säure.

Dass alle diese besprochenen Eigentümlichkeiten nicht etwa durch den Zusatz von Magnesiumsulfat bedingt waren, geht mit Sicherheit daraus hervor, dass auch mit anderen, die Blutzellen konservierenden Flüssigkeiten wie der physiologischen Kochsalzlösung, der Hayem'schen und der Pacini'schen Flüssigkeit, dieselben Resultate erzielt wurden. Jedes deckfarbene Blut zeigte ganz dasselbe Verhalten, mochte man nun Magnesiumsulfat oder eine andere diesem in seiner Wirkung gleiche Flüssigkeit anwenden.

Ganz anders gestaltete sich die Sache, wenn man das Blut mit Mitteln verdünnte, welche es lackfarben machten d. h. die Blutkörperchen auflösten. Alle Mittel sagt Loewy, welche das Blut lackfarben machen, bewirken für die Titration folgendes:

1. Die Resultate sind von der Temperatur der zu titrierenden Flüssigkeit ganz unabhängig.

2. Wenn einmal der Neutralisationspunkt respektive der Beginn der deutlich sauren Reaktion erreicht ist, findet ein Wiederauftreten alkalischer Reaktion nicht mehr statt.

3. Die Titration lackfarbigen Blutes kann bedeutend schneller ausgeführt werden, in 3—5 Minuten jede Probe.

4. Die erreichten Alkalescenzwerte sind höher als die nach den gewöhnlichen Methoden von deckfarbigem Blute gewonnenen.

Die Mittel, deren man sich bedient, um das Blut lackfarben zu machen, müssen natürlich derartig sein, dass sie die Brauchbarkeit der Indikatoren nicht beeinträchtigen. Bei frischem Blute wendet man am besten solche Medien an, die zugleich gerinnungshemmend wirken z. B. Eiswasser, Glycerin. Letzteres stört bei der Titration etwas wegen seiner dicklichen Konsistenz. Loewy wandte sich deswegen schliesslich einer 0,2°/₀ Lösung von oxalsaurem Ammoniak zu, das, wie zuerst von Arthus und

Pagés[1]) angegeben wurde, die Blutgerinnung aufhebt, und verfuhr bei seinen Untersuchungen nunmehr folgendermassen: Er liess das Blut direkt in eine abgemessene Menge der Lösung laufen, so zwar, dass auf 1 Teil Blut 9 Teile Ammoniumoxalatlösung kamen, was er am besten und genauesten mit Hilfe eines 50 ccm fassenden Messgefässes erreichte, dessen enger Hals zwischen 49,5 und 50,5 in $^1/_{10}$ ccm geteilt war. In dem Messgefäss befinden sich zunächst 45 ccm der Lösung, dann lässt man das Blut bis zu der kalibrierten Partie des Halses einlaufen und ist nun in der Lage durch eine einfache Ablesung genau abmessen zu können. Den kleinen Übelstand, der sich bei einem derartigen Titrationsmodus herausstellt, dass nämlich bei Anwendung von Lakmuspapier der Übergang von Blau in Rot nicht immer ganz scharf hervortritt, kann man bei einiger Übung im Titrieren leicht beseitigen. Man setzt nämlich nach dem Auftreten der grünen oder schmutziggrünblauen Übergangszone noch weiter Säure hinzu, bis der Umschlag in Rot deutlich wahrnehmbar ist, und sieht diesen als die Grenze an. Verfährt man nach dieser Vorschrift, so ergibt sich die sehr interessante Thatsache, dass sehr langsame Titrierung deckfarbigen Blutes bei Körpertemperatur (37—40° C.) ungefähr gleiche Werte wie die lackfarbigen Blutes bei jeder Temperatur aufweist."

Die naheliegende Frage, wie sich denn diese Differenzen bei der Titration deckfarbenen und lackfarbigen Blutes erklären lassen, finden wir von Lehmann und Loewy in befriedigender Weise beantwortet. Wir wollen hier die Antwort im wesentlichen in Anlehnung an einen Vortrag von Zuntz[2]), gehalten in der physiologischen Gesellschaft in Berlin, und an die Untersuchungen zur Alkalescenz des Blutes von A. Loewy zu geben versuchen.

Die Unsicherheit der am deckfarbigen Blute gewonnenen Titrationsergebnisse ist in erster Linie durch die Langsamkeit bedingt, mit der das Blutalkali der Titriersäure zugänglich wird, wenn man nicht bei Körpertemperatnr arbeitet. Diese Thatsache allein lässt schon vermuten, dass es wohl die Blutkörperchen

1) Arthus u. Pagés, Archiv de Physiol. II, S. 379.
2) Zuntz: du Bois-Reymond's Archiv 1893 S. 557.

sein werden, denen hierbei eine ganz besondere Rolle zufällt. Und wirklich zeigt sich denn auch, dass die Alkalescenzwerte des Serums, also des Blutes ohne die körperlichen Elemente unter allen Umständen die gleichen sind. Bei der eigentümlichen Art der Bindung der Alkalien in den Blutzellen, wird die Unsicherheit und die Verzögerung der Endreaktion bei der Titrierung noch erhöht durch niedere Temperatur und unzureichende Mischung der Blutelemente und der zugesetzten Säure. Es ist im übrigen gleichgültig, welche Säure man zur Titration anwendet; so arbeitete Loewy, ohne Unterschiede zu finden, mit Weinsäure, Salzsäure und Hippursäure. Höhere Temperatur und innige Durchmischung des Blutes mit der Säure beschleunigen den Übertritt des Alkalis aus den Zellen in die Flüssigkeit und ergeben Resultate, die denen nach Zerstörung der Blutkörperchen gleichkommen.

Die Alkalescenzwerte vom lackfarbenen Blut, die mit denen vom deckfarbenen langsam titrierten und auf Körpertemperatur erwärmten Blut übereinstimmen, sind sehr hoch, so hoch, dass sie durch das in anorganischen Verbindungen des Blutes enthaltene Alkali nicht erklärt werden können. Es scheint deshalb die Annahme berechtigt, dass durch die zugesetzte Säure Alkali aus anderen Verbindungen frei gemacht wird, eine Annahme, welche durch die Versuche Lehmann's über Blutalkalescenz und speziell über die Einwirkung der Kohlensäure auf diese als bewiesen angesehen werden darf.

Lehmann[1]), dessen Untersuchungen ihrer Wichtigkeit halber hier mitgeteilt werden sollen, ging von der schon von Zuntz gemachten Beobachtung aus, dass durch Kohlensäure eine Überwanderung des Alkalis aus den Zellen in das Serum hervorgerufen werde, und studierte diese Erscheinung nach drei verschiedenen Methoden: der Titration, der Bestimmung der gebundenen Kohlensäure und der Aschenanalyse. Es ergab sich hierbei das sehr bemerkenswerthe Resultat, dass die Werte, die er nach den drei Methoden erhielt, ausserordentlich weit von einander abwichen. So zeigte sich bei einem Versuche, den er mit Pferdeblut ausführte, dass die Blutalkalescenz, durch Aschenanalyse bestimmt, 240 mg NaOH entsprach; durch die

1) Lehmann, Pflügers Archiv. Bd. LVIII. S. 428 ff.

Bestimmung der gebundenen Kohlensäure dagegen erhielt man einen Wert, der 376 mg Na OH gleichkam, und durch Titrieren mit Weinsäure gelangte man gar zu dem Ergebnis, dass 100 ccm Blut, auf welche auch in den beiden ersten Fällen die Zahlen berechnet waren, eine Menge von 832 mg Na OH zu neutralisieren vermochten.

Hieraus folgert nun Lehmann mit Recht, dass die titrimetrisch ermittelte Alkalescenz des Blutes zum grössten Teil durch organische Substanzen bedingt sein muss. Die Bindung so beträchtlicher Mengen von Kohlensäure und mehr noch von Weinsäure ist nach ihm am einfachsten so zu deuten, dass man annimmt, Kohlensäure und Weinsäure machen erst durch ihre Gegenwart basische Affinitäten aus ursprünglich wohl neutralen Stoffen in den Blutkörperchen frei.

Aus der Analogie mit vielen anderen bekannten chemischen Reaktionen ist es leicht begreiflich, dass die durch Säurezusatz bedingte Abspaltung basisch reagierender Substanzen durch Schütteln und Erwärmen beschleunigt wird. Es ist fernerhin auch bekannt, dass alle Dissoziationsprozesse durch Verdünnung der Flüssigkeit, in der sich die dissoziablen Verbindungen befinden, sehr befördert werden, so dass der Nutzen, den der Wasser- oder Glycerinzusatz zum Blute bringt, ganz leicht eingesehen werden kann. Hieraus erklärt sich also, dass diese Prozesse in den roten Blutzellen, die ja die wasserärmsten Bestandteile des Blutes sind, so langsam ablaufen, und dass durch Zerstörung der Blutkörperchen mittelst Wasserzusatz die Dissoziationsvorgänge wesentlich beschleunigt werden. Durch seine oben entwickelte Anschauung über die Vorgänge bei der Alkalescenzbestimmung wurde Lehmann zu einer Titrationsmethode geführt, welche hier den früher besprochenen Methoden als eine der jüngst bekannt gewordenen angereiht werden soll. Er vermischt zunächst das Blut mit konzentrierter Glaubersalzlösung und versetzt eine ganze Reihe kleiner Blutproben mit verschiedenen, aber genau bekannten Mengen von $^1/_{10}$ Normal-Weinsäure, und zwar mit soviel Säure, dass die letzten Proben anfangs stark saure Reaktion zeigen. Je einen Tropfen der Blut-Salz-Säuremischung bringt er dann auf Reagenspapierstreifen, lässt nach oberflächlichem Wegwischen des Tropfens die vom Papier aufgenommene Flüssigkeit eintrocknen und beobachtet

nun das Verhalten der Papierstreifen. Derjenige Streifen, der mit der geringsten Menge Säure eine dauernde Rotfärbung annimmt, zeigt die Grösse der Alkalescenz an.

Die Gründe, welche Lehmann zur Wahl seiner Methode veranlasst haben, brauchen wir nicht nochmals zu erörtern.

In Verfolg einer Arbeit über den Einfluss von Säure und Alkali auf defibriniertes Blut beschäftigte sich Hamburger[1]) mit Alkalescenzbestimmungen und suchte zuverlässige Werte dadurch zu erreichen, dass er das Eiweiss des Blutes ganz ausschaltete und die übrig bleibende klare Flüssigkeit der Prüfung unterwarf. Um das Eiweiss zu entfernen, standen ihm verschiedene Wege offen, doch erforderten die meisten derselben eine Erhitzung des Blutes, was nach der Erfahrung verschiedener Forscher zur Vermehrung des Alkaligehaltes Anlass geben soll. Von den Salzen, welche in gesättigten Lösungen schon bei gewöhnlicher Temperatur Eiweiss füllen, kamen nur Ammoniumsulfat und Kaliumacetat in Betracht; beide aber wirken in der grossen Menge, in der sie angewandt werden müssen, sehr nachteilig auf die Empfindlichkeit der Indikatoren ein. Phenolphtalein ist z. B. bei Gegenwart von Ammoniumsulfat als Indikator ganz unbrauchbar. Hamburger kam daher auf den Gedanken, die Eiweissstoffe mit dem doppelten Volumen Alkohol von 95°/₀ zu fällen; er erhielt auch ein Filtrat von klarer Beschaffenheit und fand seine Indikatoren in ihrer Empfindlichkeit nicht im mindesten geschädigt.

Wie ich später an den Ergebnissen meiner eigenen Versuche zeigen werde, ist die Methode zur Alkalescenzbestimmung im Serum allein wohl brauchbar, wenn man sie aber auf das Gesammtblut ausdehnen will — was Hamburger anscheinend nicht gethan hat —, so lässt sie wegen mancher nicht zu beseitigender Schwierigkeiten im Stich.

In allerjüngster Zeit ist nun wiederum auf eine neue für klinische Zwecke verwendbare Methode zur Bestimmung der Alkalescenz des Blutes aufmerksam gemacht worden, und zwar durch eine vorläufige Mitteilung von C. Schultz-Schultzen-

---

1) Hamburger, du Bois Reymond's Archiv 1892. S. 525.

stein[1]). Dieser berichtet in dem Centralblatt für die medizinischen Wissenschaften gegen Ende des verflossenen Jahres über sein Verfahren, das er in der Göttinger medizinischen Klinik ausgearbeitet und einige Male versucht hat. Soviel aus der kurzen Notiz hervorgeht, bediente er sich, abweichend von früheren Forschern, einer ätherischen Lösung von Jodeosin (Erythrosin), das zuerst von F. Mylius und F. Förster bei der Titration sehr kleiner Alkalimengen und zur Erkennung der Neutralität des Wassers als Jndikator benutzt und sehr gerühmt wurde. Schultz-Schultzenstein verwendet nur eine ganz geringe Menge Blut, nämlich nur 7,5 mg, gerade soviel, als die Kapillarröhre des Haemometers von Fleischl fasst. Diese kleine Blutquantität verdünnt er auf 12 ccm mittelst destillierten Wassers, fügt 1,5 ccm einer $^1/_{400}$ Normal-Schwefelsäure hinzu und titriert mit $^1/_{400}$ Normal-Kalilauge den Säureüberschuss zurück.

Da dies Verfahren, wie bemerkt, nur durch eine vorläufige Mitteilung bekannt geworden ist, und da keine grosse Anzahl von Analysen mitgeteilt wird, so muss man sich bis jetzt jedes zustimmenden oder abfälligen Urteils darüber enthalten. Wir wollen deshalb nicht weiter auf dieses letzte Verfahren eingehen, sondern uns, da wir am Ende der Besprechung der alkalimetrischen Methoden angelangt sind, einstweilen mit Übergehung der acidimetrischen, gleich den gasometrischen Methoden zuwenden.

Alle bisher angeführten Methoden zur quantitativen Bestimmung der Blutalkalescenz beruhten auf der Titration einer gewissen Blutmenge mit Säure von bekanntem Gehalt. Der Grenzpunkt der alkalischen Reaktion wurde immer durch die entsprechende Färbung von Lakmus, Lakmoid, Cyanin (Lassar), Kurkuma (Fr. Hofmann[2]), Phenolphtalein und anderen Farbstoffindikatoren angezeigt. Gegen die prinzipielle Zulässigkeit

---

1) C. Schultz-Schultzenstein, Centralblatt für die med. Wissenschaften 1894. Nr. 46. S. 801.

2) Fr. Hofmann „Über den Übergang von freien Säuren durch das alkalische Blut in den Harn“. Zeitschrift für Biologie Bd. VII, S. 338—346. 1871.

solcher Titrationen hat nun besonders H. Meyer[1]) gewisse Bedenken erhoben und zu begründen gesucht.

Die Titrationsmethoden, sagt Meyer, sind sämtlich für eine genaue quantitative Bestimmung unbrauchbar, was zum Teil in der Schwierigkeit liegt, die Endreaktion sicher zu erkennen, da diese durch die Eigenfarbe des Blutes und die Einwirkung der freiwerdenden Kohlensäure auf die Farbstoffindikatoren gestört und ausserdem noch dadurch beeinflusst wird, dass sich die Alkalescenz des Blutes durch Zusatz von Reagentien und schon allein beim Ausströmen des Blutes aus der Ader ändert. (Zuntz). Ferner sind die Resultate aber auch von den zur Bestimmung der Reaktionsänderung angewandten Indikatoren abhängig, wie dies Maly[2]) für Lakmus und Phenolphtalein gezeigt hat. Die sicherste Bestätigung seiner Ansicht glaubt Meyer zu finden, wenn er die Resultate, die Zuntz bei frischem arteriellen Hundeblut gewonnen hat, mit denen vergleicht, die er selbst durch zahlreiche Gasanalysen gleichfalls am arteriellen Hundeblut erhielt. Nach Zuntz enthalten, titrimetrisch bestimmt, 100 ccm Blut 202 mg Na_2CO_3, ensprechend 32,25 Volumprozent CO_2, bei 0° und 760 mm Druck. Die Gasanalysen ergaben jedoch bei gleicher Temperatur und gleichem Druck nur 26,07 Volumprozent CO_2.

Die gasanalytischen Methoden, mit denen wir uns jetzt zuwenden, sind zuerst von Walter[3]) im Jahre 1877 für die Bestimmung der Blutalkalescenz verwertet worden.

Um die Wirkung von Säuren auf den tierischen Organismus zu studieren, untersuchte Walter, inwieweit das Blut, das neben der Lymphe die grösste Menge Alkalien enthält und daher als eine Art von Reservoir und als Quelle aller Alkalien für die anderen Organe betrachtet werden kann, in seiner Normalalkalescenz durch Säuren alteriert werde. Bei der Wahl der zur Entscheidung dieser Frage zu benutzenden Methode kamen ihm ge-

---

1) H. Meyer: a) Archiv für exp. Pathologieund Pharmakol. Bd. XIV, S. 313—344.

b) ibidem Bd. XII, S. 30 ff.

2) Maly: Sitzungsberichte d. Kaiserl. Akad. der Wissensch. Wien. LXXVI. Bd., II Abtlg., S. 21—50.

3) Walter: Archiv f. exp. Pathol. und Pharmakol. Bd. VII, S. 148 ff.

wisse Bedenken über die Zulässigkeit der Titration oder der Aschenanalyse. Die Titration mit einer Säure erschien ihm bei dem kohlensäurereichen Blute sehr schwierig und ungenau, zumal schon das Titrieren wässriger Lösungen von Alkalicarbonaten mit Schwierigkeiten verbunden wäre. Was die Aschenanalyse angehe, so würden aus den im Blute vorhandenen schwefel- und phosphorhaltigen organischen Körpern so grosse Quantitäten von Schwefelsäure und Phosphorsäure gebildet, dass die Bestimmung der Menge freien Alkalis in der Asche unmöglich wäre. Um daher zum Ziele zu gelangen, schlug er einen anderen, vor ihm zu diesem Zweck noch nicht benutzten Weg ein. Er bestimmte nämlich den Kohlensäuregehalt des Blutes als relativen Maassstab für den Alkaligehalt, indem er annahm, dass die Kohlensäure des Blutes zu einem kleinen Teil frei, zum grösseren aber an Alkali gebunden sei, sodass der Kohlensäuregehalt im Wesentlichen proportional sei dem Gehalt des Blutes an Alkalien, eine sehr wahrscheinliche, jedoch noch nicht strikt bewiesene Annahme. Bei der Ausführung der Gasanalyse — genauere Angaben über die gasanalytischen Methoden finden sich bei H. Meyer, Geppert, („Gase des arteriellen Blutes im Fieber.“ Zeitschrift für klinische Medizin Bd. II, S. 355. 1882), v. Noorden O. v. Minkowski (Über den CO_2-Gehalt des arteriellen Blutes beim Fieber.“ Archiv für experim. Pathol. und Pharmak. Bd. XIX. 1895) — stand ihm eine Ludwig'sche Quecksilberluftpumpe zur Verfügung. Das Blut entnahm er der Carotis, fing es über Quecksilber auf, defibrinierte es durch Schütteln und unterwarf es der Analyse nach der Bunsen'sche Methode.

Walter's Versuche wurden mehrere Jahre später in einer Dissertation von H. Meyer[1]) verwertet, der den Einfluss verschiedener Gifte auf die Blutalkalescenz untersuchte und, da ihm die Titration, wie erwähnt, zu unsicher erschien, nach dem gasometrischen Verfahren arbeitete. Er spricht sich ganz offen gegen die Verwendbarkeit der Titrationsmethode aus und zieht ihr die Gasanalyse unbedingt vor. „Denn, wir kennen nur eine genau definierbare, messbare und zweifellos hervorragend wichtige Funktion der Blutalkalescenz, nämlich die Bindung der Kohlensäure. Demnach scheint, bevor wir nicht exaktere Daten über

1) l. c.

Grösse und Bedeutung der verschiedenartigen Komponenten der Blutalkalescenz besitzen, als einzig brauchbarer Masstab und Indikator derselben die Kohlensäure und zwar die gebundene Kohlensäure des Blutes betrachtet zu werden müssen."

Er versuchte zunächst die chemisch gebundene Kohlensäure im lebenden Blute durch Aufsaugen desselben in Chlorbaryumlösung, Fällen mit Alkohol und gasometrische Bestimmung der an das Baryum gebundenen Kohlensäure zu messen. Er fand aber an der langsamen und, wie es scheint, unvollständigen chemischen Umsetzung in der zähen Blutflüssigkeit eine kaum zu überwindende Schwierigkeit. Er wandte sich deshalb, da er so zur genauen Bestimmung der Kohlensäure und demnach zu einer exakten alkalimetrischen Methode nicht gelangte, dem gasanalytischen Verfahren zu, wie es Walter geübt hatte. Auf die Resultate, die H. Meyer mittelst dieses Verfahrens erhielt, soll später näher eingegangen werden.

Die Auseinandersetzungen H. Meyer's erschienen Vielen, darunter auch C. v. Noorden[1]), so einleuchtend, dass sie der Gasanalyse den Vorzug vor der Bluttitration gaben, obwohl letztere durch verschiedene Forscher, insbesondere Landois, wesentliche Verbesserungen erfahren hatte. v. Noorden bediente sich des von Geppert in seiner Monographie „Die Gasanalyse und ihre physiologische Verwendung" beschriebenen Kugelapparates zur Messung und direkten Aufnahme des Blutes. Dieser Apparat gestattete es, mit geringen Blutmengen zu arbeiten, im Allgemeinen mit 10 ccm Blut, ein Quantum, bei dessen Entnahme sich der Gasgehalt des Blutes nicht ändert, während die Entziehung grösserer Blutmengen den Gasgehalt wesentlich beeinflussen kann. Aus dieser Messkugel liess v. Noorden das Blut in eine grosse luftleere Kugel stürzen, in der sich etwas Quecksilber und Phosphorsäure befanden, schüttelte den Inhalt kräftig durcheinander, sodass jede Klumpenbildung vermieden wurde, und entgaste das Blut unter gleichzeitigem Erwärmen auf 45° C. Die Analyse wurde nach der bequemen und zuverlässigen Methode gemacht, wie sie Geppert in seiner Arbeit empfiehlt.

Dass von den zu Zwecken physiologischer und pathologischer Forschung benutzten Methoden zur Bestimmung der Blutalkales-

1) C. v. Noorden: Arch. f. exp. Path. und Pharm. Bd. XXII, S. 325—336.

cenz keine in dem Maasse auf Exaktheit Anspruch erheben könne, wie die von Walter zuerst angewendete gasanalytische Methode, war auch die Überzeugung von Fr. Kraus[1]). Er räumte aber auch der Bluttitration gewisse, nicht zu unterschätzende Vorzüg, ein und war so der erste, der dem von H. Meyer so arg diskreditierten titrimetrischen Verfahren wieder zu Ansehen in der wissenschaftlichen Welt verhalf, indem er ihm nicht nur einen Wert für die rein praktisch-physiologischen Zwecke vindicierte sondern auch an der Hand theoretischer Darlegungen, die er durch Beibringung von Beispielen aus seinen eigenen oben besprochenen titrimetrischen Untersuchungen bekräftigt, die theoretischen Zweifel Meyer's zu wiederlegen sucht. Ausser mit Hilfe seiner beiden eigenen alkalimetrischen Methoden wollte Kraus aber auch noch durch das Walter'sche Verfahren die Alkalescenz des Blutes und seine durch den Zerfall der roten Blutzellen bedingte Reaktionsänderung studieren. Da er selbst die beiden alkalimetrischen Methoden als wohl brauchbar, aber noch als verbesserungsbedürftig bezeichnet, will er der Gasanalyse, wie er sie ausführt, grösseren Wert beigelegt wissen. Aus äusseren Gründen stand ihm der zur gasometrischen Untersuchung notwendige, etwas umfangreiche Apparat nicht zur Verfügung. Er musste sich deswegen nach einem Verfahren umsehen, welches bei ebenso grosser Exaktheit mit geringeren Mitteln zum Ziele führen konnte. Als ein solches Verfahren stellte sich denn auch bei näherer Prüfung die so mannigfach angewendete Bestimmung der Kohlensäure aus der Gewichtszunahme eines CO_2-Absorptionsapparates heraus. Kraus hoffte gleichzeitig der Gasanalyse durch diese Modifikation Eingang in die Klinik zu verschaffen und dadurch Anlass zu häufigeren Blutuntersuchungen bei gesunden und kranken Individuen zu geben.

Bezüglich der Versuchsanordnung, wie sie von Kraus getroffen wurde, sei hier auf dessen Arbeit verwiesen, in der sich auch eine kleine Zeichnung des ganzen Apparates findet. Nur soviel, als gerade zur Orientierung über die Methode erforderlich ist, soll hier gesagt werden. Kraus fängt das Blut in einem

1) l. c.

von Hofmeister angegebenen Gefäss, das er „Blutrezipient nennt“, auf. Dasselbe ist so konstruiert, dass das Blut in ihm über eine ziemlich grosse Fläche verteilt wird und nur eine etwa 3 mm dicke Schicht bildet, wodurch man eine sehr grosse gasabgebende Oberfläche erhält. An seinem vorderen Ende ist dem Rezipienten ein mit einer Kugel von 3 cm Durchmesser versehenes Ableitungsrohr angeblasen, an dem hinteren Ende trägt er ein T-Rohr, dessen einer Schenkel mit einem Trichterrohr ausgerüstet ist, während der andere ein kurzes horizontales Zulaufrohr darstellt. Dieses letzte Rohr steht mit den Chlorcalcium- und Kaligefässen in Verbindung, die zur Befreiung der Luft von Kohlensäure und Wasserdampf dienen. An das Ableitungsrohr schliesst sich ebenfalls ein mit Chlorcalcium gefülltes Gefäss an und an dieses endlich der Kohlensäureabsorptionsapparat und ein abermals mit Kalistücken beschicktes Rohr. Die beiden zuletzt genannten Apparate werden zu Beginn und am Ende der Analyse gewogen. Die Differenz zwischen beiden Wägungen ergibt dann die Menge der absorbierten Kohlensäure. Der Gang der ganzen Analyse ist nun folgender:

Vor dem Einschalten des Blutrezipienten werden durch kurzdauerndes Saugen mit einer Wasserstrahlpumpe die Vorlagen mit kohlensäurefreier Luft gefüllt und verschlossen gehalten. Dann beschickt man den Rezipienten mit Blut, nachdem man ihn erst auf Centigramme ausgewogen, durch einen Strom kohlensäurefreier Luft von Kohlensäure befreit und etwas evakuiert hat. Ist das Blut, das Kraus der A. carotis zu entnehmen pflegte, eingetreten, so defibriniert man es durch Schütteln mit einigen Quecksilbertropfen und bestimmt seine Menge durch Wägen. Nun erst schaltet man den Rezipienten ein und lässt, indem die Hähne des Zulaufrohrs noch geschlossen bleiben, die saugende Kraft der Pumpe auf das im Rezipienten befindliche Blut einwirken. Zeigt das Manometer ein gewisses Vakuum an, so werden alle Verschlüsse bis auf den des Trichterrohres geöffnet, so dass nun die Luft durch alle Röhren streichen kann und die Kohlensäure in den Absorptionsapparat überführt. Schliesslich setzt man die in Gestalt von Karbonaten vorhandene Kohlensäure durch langsames Zufliessenlassen von Schwefelsäure aus dem Trichterrohr in Freiheit und leitet sie durch den Luftstrom gleichfalls in den Absorptionsapparat über.

Die ganze Bestimmung dauert zusammen mit den beiden Wägungen etwa zwei Stunden. Die Resultate weichen allerdings etwas von einander ab, jedoch sind die Differenzen so unbedeutend, dass sie kaum über die Grenze der Wägungsfehler hinausgehen. Ein Fehler, der sich leicht einschleichen kann, wäre übrigens noch zu berücksichtigen. Lässt man nämlich das Blut aus der Ader erst in das Trichterrohr und dann in den Rezipienten fliessen, so stellt sich eine kleine Ungenauigkeit heraus, wie sich aus folgenden beiden Beispielen ergibt: Wenn Kraus das Blut direkt in den Rezipienten leitete, erhielt er 25,4 Volumprozent Kohlensäure, dagegen 26,2 Volumprozent für den Fall, dass das Blut erst das Trichterrohr passieren musste. Es hat daher das Blut offenbar auf dem längeren Wege, den es im zweiten Falle zurücklegen musste, Kohlensäure aus der Luft, mit der es verhältnismässig lange in Berührung war, aufgenommen.

Die Gasanalyse, die man in etwa 3 Modifikationen auf die Alkalescenzbestimmung des Blutes angewendet hatte, wurde noch von verschiedenen Autoren benutzt. So arbeitete z. B. Burkhardt[1]) mit ihr, um die Veränderungen, welche die Reaktion des Blutes durch krampfhafte Kontraktionen der Körpermuskulatur erleidet, festzustellen. In Italien beschäftigte sich im Jahre 1884 C. Raimondi mit der gasanalytischen Bestimmung der Blutreaktion.

Wie es scheint, hat v. Noorden zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die Kohlensäurebestimmung, welche die durch H. Meyer in Misskredit gebrachte Bluttitration verdrängen sollte, noch nicht auf so sicheren Füssen stehe, dass man sie als die einzig brauchbare Methode empfehlen könne. In der Natur derselben, wir zitieren hier v. Noorden[2]), ist es gelegen, dass die gefundenen Kohlensäurewerte nicht direkt proportional dem vorhandenen Alkali gesetzt werden dürfen, so dass etwa eine Zunahme der Kohlensäure um zehn Volumprozent einer Zunahme des Alkali um zehn Gewichtsprozent entspräche, denn nur ein Teil der Kohlensäure des Blutes ist an Alkali fest gebunden, ein anderer Teil befindet sich nur in lockerer Bindung.

1) Burkhardt: Korrespondenzblatt für Schweizer Ärzte 1881. Nr. 17, S. 552.

2) l. c.

Die Kritik v. Noorden's fand bald weitere Unterstützung. War es einmal schon nicht gut möglich, die gasometrische Methode als für klinische Zwecke wohl geeignet zu erklären — ist doch der Apparat, den sie erfordert, so kompliziert, dass er sich am Krankenbett ohne Weiteres gar nicht anwenden lässt, — so kann man wiederum, wie es Swiatecki[1]) und Kraus[2]), der selbst Gasanalysen ausführte, gethan haben, schwere Bedenken hegen gegen die Annahme, dass zwischen der Blutalkalescenz und dem Kohlensäuregehalte eine Proportionalität bestehe. Denn einerseits lasse die ausgepumpte Kohlensäure die an andere Säuren z. B. an Phosphorsäure gebundenen Alkalien unberücksichtigt, andererseits ergeben sich dadurch zu grosse Werte, dass sämtliche Kohlensäureportionen (die absorbierte, die an Hämoglobin gebundene u. s. w.), nicht nur die an Alkalien gebundene bei der Entgasung frei würden, (Cohnstein: Virchow's Archiv Bd. CXXX, p. 336).

Auf den Umstand, dass ein bedeutender Teil der Blutkohlensäure an Hämoglobin gebunden sei, wie es Bohr[3]) und Torup[4]) durch ihre Untersuchungen nachgewiesen haben, und dass gerade durch das Freiwerden dieser Kohlensäure die Resultate der Analyse störend beeinflusst würden, wies auch Freudberg hin, der gleichfalls für die Titration eintrat und die Zweifel Meyer's zu widerlegen suchte.

Cohnstein[5]), der nächste Verteidiger der tritrimetrischen Methode, erkennt zwar die Berechtigung der zuletzt gemachten Einwände rückhaltlos an, meint aber, es handele sich hierbei nur um geringe Fehlerquellen. Wichtiger erscheint ihm, dass der Kohlensäuregehalt nicht nur von der Menge der im Blute vorhandenen Alkalien, sondern ebensosehr von der Kohlensäurespannung in den Lungenalveolen abhängig ist. Letztere schwankt jedoch mit dem äusserst labilen Typus der Atmung in weiten Grenzen. Durch die Arbeiten von Ewald[6]), Zuntz und

---

1) l. c.

2) l. c.

3) Bohr: Festschrift f. C. Ludwig 1887.

4) Torup: Über die CO_2-Verbindungen des Blutes etc. Kopenhagen 1887.

5) Cohnstein: Virchows Archiv Bd. CXXX, S. 332.

6) Ewald: Pflügers Archiv Bd. VII, S. 575.

Geppert[1]) u. A. ist es bekannt, dass die Lungenventilation schon durch leichte sensible Reize, durch Fesseln und Aufbinden der Versuchstiere u. s. w. auf das Doppelte, ja Dreifache des Ruhewertes gesteigert werden kann, und dass hierdurch die Zusammensetzung der Blutgase in hohem Masse geändert wird. Daraus folgt, dass bei allen Blutgasanalysen die Atmungsmechanik kontroliert und berücksichtigt werden muss. Letzteres ist aber von Seiten Walter's und seiner Nachfolger nicht geschehen und war auch, sollten die Versuche nicht zu kompliziert werden, nicht möglich. Jedenfalls ist aber durch diesen prinzipiellen, gegen die ganze Methode zu richtenden Vorwurf die Beweiskraft der so angestellten Versuche wesentlich herabgesetzt (Cohnsteins a. a. O). Cohnstein bediente sich deshalb aus diesen und noch manchen anderen Gründen zu seinen Untersuchungen des titrimetrischen Verfahrens, wie es von Zuntz in die Praxis eingeführt war.

Während nun so von allen Seiten Stimmen zu Gunsten der Bluttitration laut wurden, entstanden mit einem Male neue Zweifel an der Brauchbarkeit dieses Verfahrens durch eine Mitteilung Hamburger's[2]). Derselbe gibt an, er habe, wenn er erst den Alkaligehalt des Serums bestimmt, dann zu einer neuen Quantität desselben Serums eine bekannte Alkalimenge hinzufügt und endlich den Alkaligehalt der also erhaltenen Flüssigkeit bestimmt habe, das hinzugesetzte Alkali nicht ganz wiedergefunden. Dieses Ergebnis beruht jedoch allem Anschein nach auf einem Irrtum, denn Loewy[3]), der sich der Mühe einer Nachprüfung der Hamburger'schen Versuche unterzog, war stets imstande, alles zugesetzte Alkali wiederzufinden. Worauf sich diese Differenz zwischen Hamburger's und Loewy's Resultaten zurückführen lässt, vermag Letzterer allerdings nicht anzugeben, jedoch wird seine Behauptung dadurch unterstützt, dass auch Jaquet[4]) beim Zurücktitrieren immer das ganze hinzugefügte Alkali wieder fand.

---

1) Zuntz u. Geppert, ibidem. XLII, S. 283.
2) du Bois Reymonds Archiv Jahrgang 1892, S. 528f.
3) Loewy, l. c. S. 465f.
4) Jaquet: Archiv f. exp. Path. u. Pharm. XXX, S. 311.

Jaquet, der nach der Zuntz'schen Methode arbeitete, — er verwendete $^{1}/_{10}$ Normal-Oxalsäure, von der Gaglio (Über die Unveränderlichkeit des Kohlenoxyds und der Oxalsäure im tierischen Organismus. Archiv f. exp. Path. und Pharm. XXII, 235 ff.) nachgewiesen hat, dass sie durch Blut nicht zersetzt werde; auch benutzte er defibriniertes Rinderblut wegen der geringeren Schwankungen seiner Alkalescenz — ist übrigens der letzte, der es unternommen, H. Meyer zu widerlegen und dem titrimetrischen Verfahren allgemeine Geltung zu verschaffen. Ein Scheim von Berechtigung, meint Jaquet, sei den Erwägungen Meyer's nicht abzusprechen, doch wende er sich nach reiflicher Überlegung aller dafür und dagegen sprechenden Gründe der Titration zu. Er erklärt die von H. Meyer geäusserten Befürchtungen für übertrieben, weil er den enormen Unterschied der Avidität zwischen dem Alkali und den Titriersäuren einerseits und den anorganischen Stoffen andererseits zu wenig in Betracht zieht. Die möglicher Weise störenden Substanzen wirken nur mit einer sehr geringen chemischen Masse. Auch dürften wohl ihre Mengen bei dem gewöhnlich verwendeten Blute nur innerhalb enger Grenzen variiert haben und die Versuche zum mindesten unter einander vergleichbar sein. Auf die Vergleichbarkeit, auf einen relativ richtigen Massstab, kommt es aber bei allen derartigen Blutuntersuchungen hauptsächlich an. Da sich überhaupt, wie Jaquet sagt, kein wesentlicher Unterschied zwischen Titration, Aschenanalyse und Kohlensäurebestimmung herausstellte, so glaubt er zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass seinen Werten auch absolute Sicherheit zuzuerkennen sei. Ohne hier näher darauf eingehen zu wollen, wie es zu erklären sei, dass Zuntz bei seinen Arbeiten so sehr differente Werte mit den einzelnen Methoden erhielt, Jaquet dagegen durch Titration und Kohlensäurebestimmung ziemlich übereinstimmende, wollen wir uns nunmehr einer anderen Art der Bestimmung der Blutreaktion zuwenden, nämlich der Bestimmung der Acidität oder, wie Kraus sich ausdrückt, der Basencapazität des Blutes.

Die erste der beiden bisher zu diesem Zwecke angegebenen acidimetrischen Methoden ist von Maly[1]) ausgearbeitet worden.

1) l. c.

R. Maly kam auf Grund seiner schon mehrmals wiedergegebenen Überlegungen dazu, folgende Vorbedingungen für eine Titration, die absolute Werte liefern sollte, aufzustellen. Erstens darf bei der Titration nichts verloren gehen, und zweitens müssen alle jene Salze, welche im neutralen Zustande eine abnorme Farbenreaktion zeigen, eliminiert werden. Zu diesen abnorm auf Pigmente reagierenden Salzen gehören nach Maly ausser den Karbonaten auch die Phosphate.

Diesen beiden eben gestellten Anforderungen sucht er nun durch sein Titrationsverfahren gerecht zu werden, das er früher bereits zur alkalimetrischen Bestimmung der Phosphorsäure und der alkalischen Phosphate angegeben hatte.

Er fügt zunächst zu dem Blute eine verdünnte Lauge von bekanntem Gehalte hinzu, dass sie reichlich genügt, alle Phosphorsäure in neutrale Phosphate und alle vorhandene Kohlensäure in neutrale Karbonate überzuführen. Diese so gebildeten Phosphate und Karbonate können aus der Lösung durch das theoretisch neutrale und gegen Pigmente indifferente Baryumchlorid ausgefällt werden, das dazu am besten geeignet ist, weil Baryum keine basischen Salze gibt. Man hat nun nur noch nötig zu filtrieren und das Filtrat mit Säure zurückzutitrieren, was scharf gelingt, weil die Kohlensäure und Phosphorsäure entfernt und die vorher an sie gebunden gewesenen Basen jetzt als Chloride in Lösung sind. Titriert man nun das Filtrat, wie gesagt, mit Säure zurück, so braucht man stets weniger Säure, als das vorher zugesetzte Alkali erwarten lässt, mit anderen Worten, man findet, dass das Blut sauer reagiert. Es ist das nur eine Bestätigung der von Maly gemachten Annahme, dass das Blut, weil es seine Alkalescenz dem Dinatriumphosphat und Natriumbikarbonat, beides theoretisch sauren Salzen, verdanke, eigentlich auch als eine saure Flüssigkeit aufgefasst werden müsse.

Eine zweite und bis heute letzte Methode, die Acidität des Blutes zu bestimmen, ist von Kraus[1]) mitgeteilt worden.

Obgleich Kraus die Kohlensäurebestimmung als die exakteste aller Methoden an die Spitze stellt, verhehlt er sich doch nicht, dass sie zwar eine hervorragende, vielleicht sogar die hervor-

1) l. c.

ragendste Funktion der Blutalkalescenz, die Bindung der Kohlensäure, beleuchtet, aber trotzdem einen nicht unbedeutenden Teil des Alkalis vernachlässigt, der nicht als Karbonat bezw. Phosphat im Blute vorhanden ist. Er arbeitete deswegen auch mit den beiden von ihm selbst angegebenen Methoden, der alkalimetrischen, die wir bereits kennen, und der acidimetrischen, um so genauen Aufschluss über die Grösse der alkalischen resp. sauren Reaktion der Blutflüssigkeit zu erhalten.

Wenn man die Basencapazität des Blutes bestimmen will, so muss nach Kraus vor allen Dingen erst denselben beiden Bedingungen, wie sie die alkalimetrische Methode stellt, genügt sein. Es muss nämlich einmal der Blutfarbstoff beseitigt werden, sodass farblose Filtrate zur Titration gelangen, und ferner darf durch den Zusatz einer Base, wie überhaupt durch die ganze Prozedur der Säure-Basisbestand des Blutes nicht im mindesten geändert werden. Weil nun aber die Entfernung des Hämoglobins eine Beseitigung des Bluteiweisses zur notwendigen Voraussetzung hat, so suchte er zunächst nach einer allen Anforderungen entsprechenden Enteiweissungsmethode. Mancherlei Arten derselben standen ihm hier zu Gebote, doch konnte bei der einen das Hämoglobin nicht vollständig entfernt werden, bei einer anderen wieder war die zweite der oben aufgestellten Bedingungen nicht erfüllt, eine dritte gestattete es nicht, wie Kraus es in Anlehnung an Maly wollte, Baryt als Fällungsmittel für die Phosphate und Karbonate anzuwenden u. s. w. Nach mancherlei Hin- und Herprobieren fand er schliesslich in einer alkoholischen Kaliumacetatlösung das geeignetste Fällungsmittel für die Eiweisssubstanzen. Unter Anwendung dieser Lösung verfuhr er nun folgendermassen. Aus der A. carotis des Versuchstieres — auf den Menschen wandte Kraus sein Verfahren nicht an — wurden 10 ccm Blut in einen Kolben geleitet, der schon vorher mit 15 ccm der alkoholischen Kaliumacetatlösung beschickt und gewogen war. Nachdem auch die dem Tier entnommene Blutmenge gewogen war, wurde das Blut im Ganzen mit Wasser im Verhältnis 1:5 verdünnt und filtriert. Von dem Filtrat wurden 20 ccm abgemessen und die Phosphate und Karbonate und die übrigen hieher gehörigen Salze in dieser Probe durch eine bekannte Menge im Überschuss zugefügten Baryts in die unlöslichen Verbindungen, Baryumphosphat, Baryumcarbonat u. s. w.,

übergeführt. Kraus verwendete meistens $^1/_{10}$ Normal-Barytlösung und setzte immer 3 ccm derselben zu 20 ccm des Filtrats hinzu. Gewöhnlich entsteht nach dem Barytzusatz ein geringer Niederschlag, von dem man nach kurzem Stehen abfiltriert. Dann titriert man mit $^1/_{100}$- oder $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure das Filtrat. Da die konzentrierte Kaliumacetatlösung die Verwendung des Phenolphtaleins als Indikator beeinträchtigen würde, so ist die Probe stark mit Wasser zu verdünnen. Es ist zu beachten, dass ein kleiner Bruchteil Baryt durch die alkoholische Lösung, welche Kohlensäure absorbiert hält, in Anspruch genommen wird; den auf das Blut selbst zu beziehenden Barytverlust rechnet man für 100 ccm Blut in Grammen Natriumhydrat aus. Schliesslich wäre noch darauf Rücksicht zu nehmen, dass man den Zutritt von Luft zu den barythaltigen Flüssigkeiten unbedingt zu verhindern sucht. Kraus suchte dies durch mehrere, hier aber nicht näher zu besprechende Vorrichtungen zu erreichen, die jedoch das Arbeiten etwas erschweren. So geschieht beispielsweise das Messen der Proben und Flüssigkeiten, soweit es durch Pipetten besorgt werden muss, nicht durch Ansaugen mit dem Munde, sondern mit Hilfe Mariotte'scher Flaschen.

Der Erfinder dieses Verfahrens prüfte es selbst genau durch Kontrolversuche und fand nur ganz geringe Abweichungen bei den einzelnen Versuchen. Auch den Einwand, dass durch die doppelte Fällung der Eiweisskörper und des Hämoglobins einerseits und der Phosphate und Karbonate andererseits ein Fehler in das Experiment hineingelange, widerlegte er von vornherein. Einen anderen Einwurf gegen die Operationsweise könnte man aber machen, dass nämlich hierbei garnicht die Acidität des Gesamtblutes zur Geltung komme, da ja Hämoglobin und Eiweisssubstanzen, die man als sauer anzusehen sich gewöhnt hat, eliminiert werden. Für das Hämoglobin, meint Kraus, bestehe dieses Bedenken nicht; was aber das Eiweiss angehe, so glaubt er annehmen zu dürfen, dass dasselbe allerdings ein merklich basenbindendes Vermögen besitze, es aber unter gewöhnlichen Verhältnissen im Blute beim Kohlensäure-Wechsel nicht wirklich äussere.

Im Gegensatz zu Maly und Kraus, welche die Acidität des gesammten Blutes zu bestimmen suchen, gibt Drouin ein Verfahren zur Ermittlung der Basenkapazität des Serums an,

auf das wir hier nur anhangsweise zu sprechen kommen. In ein kleines Probiergläschen bringt er rasch nach einander c. $^1/_2$ ccm Serum, 2 ccm einer Natronlauge, die im Liter 1,25 g Natriumhydrat enthält, und 2 Tropfen einer gesättigten Chlorbaryumlösung. Dann verschliesst er das Röhrchen, schüttelt den Inhalt kräftig durcheinander und lässt das Ganze 24 Stunden im Kühlapparat stehen. Nach Verlauf dieser Zeit sind alle Phosphate und Karbonate, die sich im Serum befanden, gefällt „à l' état de de sels de baryte tribasiques et il ne reste plus à l'état libre que l' excès de NaOH qui n'á pas été neutralisé par les molécules acides du serum.“

Nun wirft er die Mischung von Serum, Natriumhydrat und wässriger Bayumchloridlösung auf das Filter und titriert dann 1,5 ccm des Filtrats unter Verwendung von Phenolphtalein mit Schwefelsäure. In ganz der gleichen Weise behandelt er nun ein Gemisch, das an Stelle des Serums $^1/_2$ ccm destillierten Wassers enthält, sonst aber dieselbe Zusammensetzung hat. „Le mélange exempt de serum“, sagt Drouin am Ende der Besprechung seiner Methode, „accuse une alcalinité plus forte que celle du mélange qui en contient: la différence exprime l'acidité de $^1/_2$ ccm de serum. Le chiffre de cette acidité peut être exprimé en H_2SO_4 ou en NaOH.“ Da er aber statt des gesammten Filtrats nur 1,5 ccm titriert, so muss er noch eine Umrechnung vornehmen, um die Acidität von $^1/_2$ ccm Serum angeben zu können.

Mit der Besprechung von Drouin's acidimetrischem Verfahren sind wir nun endlich am Ende unserer geschichtlichen Übersicht der zahlreichen zur Reaktionsbestimmung des Blutes angegebenen Methoden angelangt. Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die lange Reihe dieser Methoden, so kommen wir notgedrungen zu dem nicht gerade sehr erfreulichen Resultat, dass eigentlich keine einzige allen an sie gestellten Anforderungen ganz genügt, dass man mithin von keinem Verfahren mit voller Sicherheit sagen kann, es gebe vollkommen richtige absolut zuverlässige Resultate. Es ist nun wohl kaum zweifelhaft, dass die Ungleichheit der auf den verschiedensten Wegen gefundenen Werte zum grössten Teil auf dem Mangel klarer theoretischer Grundlagen beruht, wie sie zur Alkalimetrie des Blutes unumgänglich nötig wären. Das Blut stellt nach Maly's Unter-

suchungen ein Basen-Säurengemenge dar, in dem die Basen in höchst komplizierter Weise an einander und andere Körper gebunden sind, ohne dass wir ihre Verteilung und gegenseitige Bindung bis jetzt irgendwie genau zu übersehen vermöchten. Daher ist es auch wohl zu verstehen, wenn man heute in der Erkenntnis der chemischen Zusammensetzung des Blutes noch nicht weiter fortgeschritten ist, obwohl man auf allen möglichen Wegen hinter das Rätsel dieser Verhältnisse zu kommen trachtete. Uns speziell interessieren hier nur noch die Versuche, die man machte, um über das Verhalten des Blutes Säuren und Alkalien gegenüber etwas Näheres zu erfahren, und so wollen wir uns noch in Kürze diesen zuwenden.

Wir werden hierbei zum grössten Teil uns mit Autoren beschäftigen müssen, welche wir früher schon als Erfinder neuer alkalimetrischer Methoden kennen gelernt haben.

So hat Lassar, was für die Blutlehre von Wichtigkeit ist, mit Sicherheit nachgewiesen, dass bei verschiedenen Tierarten, z. B. Hunden, Kaninchen, Katzen, Schafen, durch Einführung verdünnter Mineralsäuren in den Verdauungstraktus die Alkalescenz des Blutes herabgesetzt wird.

Weiterhin hat Walter durch alkalimetrische Blutuntersuchungen eine alkalientziehende Wirkung eingeführter Säuren konstatiert. Um die Aufgabe, die er sich gestellt hatte, zu lösen, nämlich die Wirkung von Säuren auf den tierischen Organismus aufzuklären, sah er vor allen Dingen zu, ob und inwieweit das im Blute vorhandene Alkali durch die eingeführte Säure neutralisiert werde, da ja der gesamte Organismus seinen Bedarf an Alkalien aus dem Blute deckt. Die Resultate, zu denen er auf Grund seiner Gasanalysen kam, sind folgende: Die Herabsetzung des Kohlensäuregehaltes und proportional mit diesem auch des Alkaligehaltes tritt in allen Versuchen auf das Deutlichste hervor und geht in vier Versuchen so weit, dass nur noch ein ganz geringer Rest von Kohlensäure sich vorfindet, der innerhalb der engen Grenzen von 2,07—2,93 Volumprozenten schwankt. Eine weitere Abnahme kann nicht mehr stattfinden, weil schon bei diesem Gehalt der Tod eintritt.

1) Pflüger's Archiv Bd. IX S. 44.

Auch die Einwirkung von Phosphor auf den Organismus führt, wie es die Arbeiten H. Meyer's zeigen, zu einer Alkalescenzabnahme infolge einer im Körper vor sich gehenden, aus dem Stoffwechsel resultierenden Säurebildung. Da man ferner in der Muskelarbeit einen Anlass zur Säurebildung erkannt hatte, so lag die Vermutung nahe, dass eine ähnliche Wirkung wie der künstlich eingeführten und der nach Phosphoreinfuhr im Körper entstandenen Säure auch der im Organismus selbst durch Muskelkontraktionen gebildeten Säure zukomme. Und in der That haben die Arbeiten Burckhardt's[1]), Minkowski's[2]), Zuntz' und Geppert's[3]), Peiper's[4]) u. A. — auch Drouin beschäftigte sich mit dieser Frage — bewiesen, dass die Blutalkalescenz durch Muskelarbeit herabgesetzt wird.

Aus der Zahl der Forscher, welche durch Untersuchung des Blutes bei Krankheiten und bei künstlich herbeigeführten abnormen Zuständen einen Einblick in die komplizierte Zusammensetzung der Blutflüssigkeit zu gewinnen bestrebt waren, seien noch Swiatecki und Freudberg genannt, deren Arbeiten wir kurz in ihren Ergebnissen mitteilen wollen.

Von mehreren Seiten war bereits auf eine Verminderung der Blutalkalescenz bei verschiedenen Krankheiten aufmerksam gemacht worden. Besonders auffallend war die Abnahme des Alkaligehaltes bei der Cholera, wo sie im algiden Stadium sogar so bedeutend sein soll, dass das Blut manchmal blaues Lakmuspapier rot färben kann. (Vergl. Comptes rend. de la Soc. de Biol. 1883, p. 565 ff. — Soc. de Biol. 17. nov. et 29. déc. 1883. — Cantani, Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1884, S. 785—786. — Swiatecki, Zeitschr. für physiol. Chemie XV, S. 49 ff.)

Swiatecki unternahm es nun durch eine Reihe von Versuchen festzustellen, welche Veränderungen die Alkalescenz des Blutes erleide, wenn man es durch grosse Glaubersalzdosen verdichte, um so der Frage näher zu treten, ob auch in dieser

---

1) l. c.
2) Minkowski: Archiv f. exp. Pathol. u. Pharm. XIX, S. 209. 1885.
3) l. c.
4) l. c.

Hinsicht eine Ähnlichkeit zwischen der Obligaemia sicca und der durch Cholera sich entwickelnden Oligaemie existiere. Das Résumé, zu dem er gelangt, fast er in folgenden Sätzen zusammen:

1. Die Alkalescenz des Blutes steigt bei einer Verdichtung mittelst grosser Glaubersalzgaben.

2. Diese Erscheinung kann durch eine grössere Transsudation von Säuren als von Alkalien aus dem Blute in den Darmtraktus erklärt werden, in Übereinstimmung mit den Gesetzen der Osmose.

3. Der Versuch, die Blutalkalescenzsteigerung bei Gebrauch von Mineralwässern ausschliesslich durch Übergang von basischen Salzen aus dem Darm ins Blut zu erklären, ist nicht befriedigend.

Es stimmen also, wie wir sehen, die Resultate Swiatecki's mit den bei Cholera gemachten Beobachtungen nicht überein, da er statt einer Verminderung eine Steigerung des Alkaligehaltes fand.

Eine Beeinflussung der Blutalkalescenz sehen wir auch in den Versuchen A. Freudberg's „Über den Einfluss von Säuren und Alkalien auf die Alkalescenz des menschlichen Blutes“ deutlich ausgeprägt. Wir geben auch dessen Resultat nur in einem kurzen Auszuge wieder. Er fand, dass die Alkalescenz durch 4—8 g Salzsäure *pro die* nicht verändert werde; bei Einführung von 10—30 g Milchsäure aber sank sie bedeutend, nämlich um $^{1}/_{8}$—$^{1}/_{4}$; durch 5—10 g Acid. tartaric. wurde sie um $^{1}/_{6}$ herabgedrückt und durch 5—15 g Natr. bicarbonic. *pro die* nahm sie in drei Fällen um $^{1}/_{14}$ zu, in zwei anderen Fällen dagegen gar nicht.

Eine nach dem Erscheinen von Freudberg's Aufsatz publicierte Arbeit Hamburger's, welche von dem Einfluss von Säuren und Alkalien auf defibriniertes Blut handelt, kommt für uns hier nicht in Betracht, da in ihr eine Einwirkung der Alkalien bezw. Säuren auf die Reaktion des Blutes nicht berücksichtigt wird.

Am Schlusse unserer Darlegung der Geschichte der Hämoalkalimetrie angelangt, müssen wir uns gestehen, dass es überaus schwer ist, das Rätsel, das uns das Blut vermöge der ihm

innewohnenden chemischen Eigenschaften aufgibt, zu lösen, wir werden uns zugleich aber auch sagen, dass die Schwierigkeiten der Blutanalyse nicht durch die differenten wasserlöslichen Salze, die Alkaliphosphate und -karbonate, auf die man schlechthin die Blutalkalescenz zurückzuführen pflegt, bedingt sein können. Diese Schwierigkeiten sind vielmehr in den so kompliziert konstituierten und in ihrem Verhalten gegen chemische Agentien so wenig bekannten Eiweisskörpern des Blutes zu suchen. Zu dieser Erkenntnis waren, wie wir gesehen haben, allerdings schon die ersten Untersucher der Blutalkalescenz gelangt, aber erst Loewy hat durch seine Titration lackfarbenen und deckfarbenen Blutes, sowie des Serums und des Körperchenbreies evident bewiesen, dass es einzig und allein das Eiweiss ist, welches die Schuld an allen Differenzen trägt.

Über Röntgenstrahlen.

Von Josef Rosenthal.

Die folgenden Mitteilungen beziehen sich auf eine Reihe von Ergebnissen und Erfahrungen, welche ich bei Versuchen gewonnen habe, die ich gelegentlich der Herstellung von Apparaten zur Erzeugung intensiver Röntgenstrahlen anstellte.

1. Vergleich der Wirkung von kleinen Induktorien mit und ohne Transformator. — Unmittelbar nach der Veröffentlichung von Professor Röntgen, welcher seine Versuche mit einem sehr grossen Induktorium ausführte, war man bestrebt, auch mit kleineren Hilfsmitteln Röntgenphotographien zu erhalten. Der erste, dem dies in vorzüglicher Weise gelang, war wohl Professor W. König, welcher ein kleines Induktorium in Verbindung mit Condensatoren, Funkenstrecke und Transformator, die sog. Teslaanordnung, verwendete. Ich habe diese Anordnung in konstruktiver Hinsicht weiter ausgebildet und bei dieser Gelegenheit gefunden, dass unter Verwendung derselben Stromquelle und desselben Induktoriums die Teslaanordnung besonders für photographische Zwecke weit wirksamer ist als die Verwendung des Induktoriums allein, trotzdem durch die Transformation der Induktions- in Teslaströme ein grosser Teil der aufgewandten Energie verloren ging. Offenbar sind die schnelleren und regelmässigen Schwingungen der Teslaanordnung trotz der kleineren Amplitude und der geringeren gesamten bewegten Elektricitätsmenge geeigneter, in dem Entladungsrohr Bewegungen hervorzurufen, die Röntgenstrahlen von grosser Durchdringungskraft zu erzeugen im Stande sind, als die ursprünglichen Entladungen des Induktoriums.

Dabei mag hingestellt bleiben ob es die Kathodenstrahlen als solche sind, welche die Röntgenstrahlen auslösen oder ob es

Bewegungen sind, die zwischen Kathode und Antikathode in dem durch die Kathodenstrahlen selbst veränderten Gase verlaufen.

Der Fluorescenzschirm wird durch die mittels eines kleineren Induktoriums erzeugten Strahlen wohl zum helleren Leuchten gebracht als unter Verwendung der Teslaanordnung. Während aber das Bild etwa der hinter den Schirm gehaltenen Hand im ersten Falle die Knochen nur schwach zeigt, ist im zweiten Fall der Unterschied zwischen Knochen und Fleisch ein weitaus grösserer. Dieser Versuch zeigt, dass man verschiedene Arten von Röntgen-Strahlen zu unterscheiden hat und dass man die verschiedene Wirkung der Röntgenstrahlen nicht allein auf deren verschiedene Intensität zurückführen kann; wenn das letztere der Fall wäre, müsste der grösseren Durchdringungsfähigkeit auch die intensivere Fluorescenz des Schirmes entsprechen. Dieses ist aber nach dem angeführten Versuch nicht der Fall.

Es wäre sowohl vom rein wissenschaftlichen als auch vom technischen Standpunkt von grossem Werte zu erfahren, ob die Verschiedenheit der Röntgenstrahlen auf Verschiedenheit der Kathodenstrahlen zurückzuführen ist, mit anderen Worten, ob Kathodenstrahlen einer gewissen Wellenlänge nur Röntgenstrahlen bestimmter Art zu erzeugen im Stande sind.

2. Gelegentlich eines Vortrags auf der Naturforscherversammlung zu Frankfurt a. M. habe ich darauf hingewiesen, dass einer der wichtigsten Faktoren zur Erzeugung intensiver Röntgenstrahlen eine geeignete Vakuumröhre ist. Diese muss der Spannung, der bewegten Elektrizitätsmenge und insbesondere auch der Schwingungszahl der elektrischen Entladungen angepasst sein. In erster Linie ist die Höhe des Vakuums der Röhre von den genannten Grössen abhängig; jedoch sind auch sowohl Material als Form und Grösse der Röhre, der Elektroden und der Antikathode von wesentlichem Einfluss. Ausserdem spielt die Anordnung der einzelnen Teile der Röhre gegeneinander, die Art der Gase und Dämpfe, welche die Röhre enthält und noch manch anderer Umstand eine grosse Rolle. — Während man bei den ersten Vakuumröhren als Antikathode die Glaswand der Röhre selbst benutzte, wird jetzt wohl ausnahmslos eine solche aus Metall verwendet. Infolge der grossen Energie, welche den Kathodenstrahlen innewohnt (nach Messungen und

Betrachtungen von E. Wiedemann und H. Ebert ist, gleiche Zeitdauer der Strahlung vorausgesetzt, die Energie der Schwingungen ca. 140000 mal so gross wie die des hellsten Sonnenlichtes an der Erdoberfläche), erwärmt sich die Stelle, auf welche die Kathodenstrahlen auftreffen; solange man als Antikathode die Glaswand benutzte wurde hierdurch das Vakuum stark verändert und damit die Wirksamkeit der Röhre im allgemeinen wesentlich beeinflusst. Durch Verwendung von Antikathoden aus Metall erreichte man einerseits bei bedeutend grösserer Haltbarkeit der Röhre viel intensivere Röntgenstrahlen, andererseits konnte man die Kathodenstrahlen auf eine sehr kleine Fläche konzentrieren und damit viel schärfere Bilder, sowohl auf der photographischen Platte als auf dem Fluorescenzschirm erzielen.

Ein weiterer Fortschritt bestand darin, dass man die Antikathode als Anode verwendete oder wenigstens mit der Anode metallisch verband. Als Grund, dass diese Anordnung einer isolierten Antikathode vorzuziehen ist, hat Herr Professor E. Wiedemann mir folgendes mitgeteilt:

Nach E. Goldstein wird ein Kathodenstrahlenbündel beim Vorbeigehen an einer anderen Kathode, wenn auch nicht vollkommen, so doch zum grossen Teil abgelenkt, deflektiert; es trifft dieselbe also nicht vollständig und kann daher nur teilweise in Röntgenstrahlen transformiert werden. Eine isolierte Antikathode wird aber unter dem Einfluss der Kathodenstrahlen selbst zur Kathode, zeigt also die erwähnten Eigenschaften. Sobald man jedoch die Antikathode mit der Anode verbindet, oder selbst zur Anode macht, kann sie nicht mehr Kathode werden, die Kathodenstrahlen können infolgedessen vollständig auf dieselbe auftreffen und damit intensive Röntgenstrahlen erzeugen.

Die erwähnte Deflektionserscheinung an einer isolierten Antikathode tritt nach meinen Beobachtungen um so stärker auf, je höher der Druck in der Vakuumröhre ist; bei sehr niederen Drucken ist sie nur äusserst schwach zu bemerken.

3. Die Haltbarkeit der Vakuumröhren hängt sowohl von deren Erwärmung während des Gebrauches als auch von der Occlusion der Gase durch die Elektroden und die Glaswand ab.

Um das Vakuum nach Belieben verändern und dadurch die unwirksam gewordene Röhre wieder verwenden zu können, kann man einerseits Substanzen in die Röhre bringen, welche durch Erwärmen Gase bezw. Dämpfe abgeben, andererseits kann man die Eigenschaft der Röhren mit der Zeit höheres Vacuum anzunehmen, also die Occlusion durch die Elektroden bezw. Glaswand benutzen. Diese von mir in dem erwähnten Vortrag auf der Naturforscherversammlung angegebene Regulierbarkeit der Vakuumröhren ist inzwischen auch von anderen vorgeschlagen worden.

Inhalt.

Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

Erlangen.

---

29. Heft.

1897.

ERLANGEN.
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).
1898.


Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

Erlangen.



29. Heft.

1897.

ERLANGEN.
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).
1898.

Inhaltsverzeichnis.

Stand der Mitglieder

am 31. Dezember 1897.

48 ordentliche, 41 Ehren- und 99 korrespondierende Mitglieder.

In der folgenden Liste stehen die Abkürzungen: O.M. für ordentliches, K.M. für korrespondierendes, E.M. für Ehrenmitglied. Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Zeit der Ernennung.

A. Ordentliche Mitglieder.

Apitzsch H. Dr., Assistent. 1896.
Bischoff O. Dr., prakt. Arzt, 1893.
Blanckenhorn M. Dr., Privatdozent, 1890.
Böttiger A., Apotheker, 1863.
Brommer M., Apotheker, 1885.
Busch M. Dr., Professor, 1890.
Elterlein A. v. Dr., Hauptmann a. D., Assistent, 1895.
Eversbusch O. Dr., Professor, 1886.
Fischer O. Dr., Professor, 1885.
Fleischer R. Dr., Professor, 1877.
Fleischmann A. Dr., Professor, 1886.
Friedenthal H. Dr., Assistent, 1896.
Fritsch O. Dr., prakt. Arzt, 1888.
Frommel R. Dr., Professor, 1887.
Gerlach L. Dr., Professor, 1874.
Gordan P. Dr., Professor, 1874.
Graser E. Dr., Professor, 1884.
Hauser G. Dr., Professor, 1881.
Heim L. Dr., Professor, 1897.
Heineke W. v. Dr., Professor, 1867.
Hermann F. Dr., Professor, 1884.
Hetzel W. Dr., prakt. Arzt, 1862.
Hubrich K. Dr., Assistent, 1896.
Kiesselbach W. Dr., Professor, 1877.
Koeberlin H. Dr., Oberarzt, 1885.

Lenk H. Dr., Professor, 1895.
Limpach L. Dr., Hofapotheker, 1893.
Maurer A. Dr., kgl. Bezirksarzt, 1862.
Melzer Herm. Dr., Assistent, 1896.
Noether M. Dr., Professor, 1875.
Paal C. Dr., Professor, 1887.
Pechuël-Loesche E. Dr., Professor, 1895.
Penzoldt F. Dr., Professor, 1874.
Reess M. Dr., Professor, 1872.
Reess W. Dr., Assistent, 1896.
Rosenthal I. Dr., Professor, 1872.
Rosenthal W. Dr., Assistent, 1896.
Schmidt G. C. Dr. phil., Privatdozent, 1893.
Schneider F. Dr., Hofzahnarzt, 1887.
Schulz O. Dr., Assistent, 1889.
Simon H. Th. Dr., Privatdozent, 1894.
Specht G. Dr., Professor, 1891.
Spuler A. Dr., Privatdozent, 1894.
Stolberg K. Dr., Assistent, 1893.
Strümpell A. v. Dr., Professor, 1886.
Wiedemann E. Dr., Professor, 1886.
Zeeh H. Dr., Assistent, 1895.
Zenker F. A. v. Dr., Professor, 1863.

Eingetreten ist in der Zeit vom 1. Januar 1897 bis zum 31. Dezember 1897 Herr:
Heim.

Ausgetreten sind in derselben Zeit die Herren:
Albert, Aldinger, Becker, Beckmann, Fuchs, Reckleben, Jos. Rosenthal.

B. Ehrenmitglieder.

Seine Königliche Hoheit Dr. Karl Theodor, Herzog in Bayern, 1888.
Baeyer A. v., Professor der Chemie, München, 1883.
Berthelot M. P. E., Professor der Chemie, Paris, K.M. 1860. E.M. 1895.

Boltzmann L., Professor der Physik, Wien, 1897.
Bunsen R. v., Excellenz, Professor der Chemie, Heidelberg, K.M. 1845, E.M. 1883.
Cremona Luigi, Direktor der Scuola per gli Ingegneri, Rom, 1896.
Ehlers E., Professor der Zoologie, Göttingen, O.M. 1869, E.M. 1874,
Fischer E., Professor der Chemie, Berlin, O.M. 1882, K.M. 1886, E.M 1895.
Fuchs L., Professor der Mathematik, Berlin 1896.
Gegenbaur C., Professor der Anatomie, Heidelberg, 1883.
Gerhardt C., Professor der int. Medizin, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1887.
Hermite Chr., Professor der Mathematik, Paris, 1883.
Hilger A., Professor der Chemie, München, O.M. 1872, E.M. 1893.
Jordan Camille, Professor der Mathematik, Paris, 1897.
Kohlrausch F., Professor, Präsident der physik. techn. Reichsanstalt, Charlottenburg, K.M. 1883, E.M. 1896.
Klein F., Professor der Mathematik, Göttingen, O.M. 1872, E.M. 1875.
Koch R., Professor, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1895.
Kölliker A. v., Professor der Anatomie, Würzburg, K.M. 1851, E.M. 1883.
Kussmaul A., Professor der Medizin, Heidelberg, O.M. 1859, K.M. 1863, E.M. 1883.
Leube W. v., Professor der Medizin, Würzburg, O.M. 1868, E.M. 1886.
Lister J., Professor der Chirurgie, London 1883.
Lommel E. v., Professor der Physik, München, O.M. 1869, E.M. 1886.
Marey E. J., Professor der Physiologie, Paris, 1878.
Michel J. v., Professor der Augenheilkunde, Würzburg, O.M. 1873 K.M. 1878, E.M. 1895.
Ostwald W., Professor der physikalischen Chemie, Leipzig, K.M. 1895, E.M. 1897.
Pettenkofer M. v., Professor der Hygiene, München, K.M. 1851, E.M. 1883.
Recklinghausen F. v., Professor der pathol. Anatomie, Strassburg, 1896.

Röntgen C., Professor der Physik, Würzburg, K.M. 1889, E.M. 1897.

Sachs J. v., Professor der Botanik, Würzburg, K.M. 1883, E.M. 1889.

Sandberger F. v., Professor der Mineralogie, München 1878.

Sattler H., Professor der Augenheilkunde, Leipzig, O.M. 1879, K.M. 1886, E.M. 1895.

Selenka E., Professor der Zoologie, München, O.M. 1874, E.M. 1896.

Thomson Sir W., Lord Kelvin, Professor der Physik, Glasgow, 1878.

Virchow R., Professor der path. Anatomie, Berlin, K.M. 1851, E.M. 1858.

Voit C. v., Professor der Physiologie, München. K.M. 1863. E.M. 1883.

Waldeyer W., Professor der Anatomie, Berlin, 1897.

Weismann A., Professor der Anatomie, Freiburg i. Br. 1897.

Wiedemann G., Professor der Physik, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1888.

Wislicenus J., Professor der Chemie, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1895.

Ziemssen H. v., Professor der Medizin, München, O.M. 1863, E.M. 1878.

Zweifel P., Professor der Gynäkologie, Leipzig, O.M. 1876, E.M. 1887.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre Ehrenmitglieder Brioschi und Spencer-Wells.

C. Korrespondierende Mitglieder.

Arnold J., Professor der patholog. Anatomie, Heidelberg, 1896.

Arrhenius S., Professor der Chemie, Stockholm, 1895.

Auwers K., Professor der Chemie, Heidelberg, 1897.

Bauer G., Professor der Mathematik, München, 1889.

Bäumler Ch., Professor der Medizin, Freiburg i/Br., O.M. 1872. K.M. 1874.

Bertoni G., Professor der Chemie, Livorno, 1895.

Bokorny Ph., Gymnasial-Professor, München, O.M. 1888. K.M. 96.

Boström E., Professor der pathol. Anatomie, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1881.
Brill A., Professor der Mathematik, Tübingen, 1894.
Buchner L. A., Professor der Pharmacie, München, 1853.
Buchner Ed., Professor der Chemie, Tübingen, 1897.
Buchner H., Professor d. Bacteriologie u. Hygiene, München, 1897.
Bütschli, Professor der Zoologie, Heidelberg, 1897.
Chiari H., Professor der patholog. Anatomie, Prag, 1897.
Claus A., Professor der Chemie, Freiburg i/B., 1870.
Cohn F., Professor der Botanik, Breslau, 1861.
Curtius Th., Professor der Chemie, Kiel, O.M. 1886. K.M. 96.
Dareste C., Professor, Paris, 1886.
Dejerine J., Professor, Médecin de l'hospice de Bicêtre, Paris, 1895
Delpino F., Professor der Botanik, Neapel, 1875.
Duncan Dr., Professor der Gynaekologie, London, 1883.
Ebert H., Professor der Physik, Kiel, O.M. 1887, K.M. 1894.
Eberth C., Professor der path. Anatomie, Halle a/S., 1895.
Ernst A., Direktor des botan. Gartens, Caracas, 1875.
Fick A., Professor der Physiologie, Würzburg, 1869.
Filehne W., Professor der Pharmakologie, Breslau, OM. 1874, K.M. 1886.
Fittig R., Professor der Chemie, Strassburg i/E., 1888.
Flemming W., Professor der Anatomie, Kiel, 1888.
Foster B., Professor der Medizin, Birmingham, 1866.
Geinitz H. B., Professor der Geologie, Dresden, 1861.
Golgi C., Professor der Anatomie, Pavia, 1895.
Groth P., Professor der Mineralogie, München, 1888.
Günther S., Professor der Geographie, München, OM. 1873, K.M. 1874.
Hansen A., Professor der Botanik, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1882.
Hasse E., Professor der Medizin, Göttingen, 1844.
Heller A., Professor der Medizin, Kiel, OM. 1869, K.M. 1872.
Hering E., Professor der Physiologie, Leipzig, 1897.
Hertwig O., Professor der Anatomie, Berlin, 1889.
Hertwig R., Professor der Zoologie, München, 1889.
Hoyer H., Professor der Histologie und Entwickelungsgeschichte, Warschau, 1884.
Hubrecht A., Professor der Zoologie, Utrecht O.M. 1874, K.M. 1875.

Immermann H., Professor der spez. Pathologie und Therapie, Basel, O.M. 1866, K.M. 1871.
Karrer F., Direktor der Irrenanstalt Klingenmünster, O.M. 1872, K.M. 1883.
Kjerulf Th., Professor der Mineralogie und Geologie, Christiania, 1882.
Knoblauch O., Privatdozent, Leipzig, OM. 1889, K.M. 1896.
Knorr L., Professor der Chemie, Jena, O.M. 1883, K.M. 1886.
Kollmann J., Professor der Anatomie, Basel, 1897.
Kupffer C. v., Professor der Anatomie, München, 1896.
Königs W., Professor der Chemie, München, 1888.
Krause W., Professor der Anatomie, Berlin, 1861.
Kries J. v., Professor der Physiologie, Freiburg i/Br., 1889.
Kühne W., Professor der Physiologie, Heidelberg, 1886.
Lépine, Professor der Medizin, Lyon, 1888.
Lieben A., Professor der Chemie, Wien, 1870
Liebermeister C. v., Professor der Medizin, Tübingen, 1866.
Limpricht H., Professor der Chemie, Greifswald, 1856.
Luciani L., Professor der Physiologie, Rom, 1895.
Lüroth J., Professor der Mathematik, Freiburg i/Br., 1883.
Marchand F., Professor der pathol. Anatomie, Marburg, 1896.
Meissner G., Professor der Physiologie, Göttingen, 1860.
Meyer V., Professor der Chemie, Heidelberg, 1883.
Meyer E. von, Professor der Chemie, Dresden, 1897.
Mosso A., Professor der Physiologie, Turin, 1895.
Munk Herm., Professor der Physiologie, Berlin, 1897.
Müller F. Baron v., Direktor des bot. Gartens, Melbourne, 1860.
Müller W., Professor der path. Anatomie, Jena, O.M. 1856. K.M. 1861.
Nernst W., Professor der physikal. Chemie, Göttingen, 1897.
Öbbeke K., Prof. der Mineralogie, München, O.M. 1887. K.M. 1896.
Orth J., Professor der patholog. Anatomie, Göttingen, 1897.
Ost H., Professor der Chemie, Hannover, 1889.
Oudemans C. A. J. A., Professor der Botanik, Amsterdam, 1861.
Pechmann H. Frhr. v., Professor der Chemie, Tübingen, 1889.
Plank M., Professor der Physik, Berlin, 1897.
Prym F., Professor der Mathematik, Würzburg, 1883.
Raymond F., Professor, Médecin de la Salpêtrière, Paris, 1895.
Retzius G., Professor der Anatomie, Stockholm, 1895.

Richthofen F. Frhr. v., Professor der Geographie, Berlin, 1883.
Rindfleisch G. E., Professor der pathologischen Anatomie, Würzburg, 1883.
Röhring, Oberstabsarzt a. D., Nürnberg, OM. 1886. K.M. 96.
Rothmund A. v., Professor der Ophtalmologie, München. 1887.
Sarasin Ed., Grand Saconnet, Genf, 1896.
Saemisch Th., Professor der Ophthalmologie, Bonn, 1887.
Schwalbe G., Professor der Anatomie, Strassburg i/E., 1886.
Schweinfurth Dr. G., Kairo, 1865.
Sonderegger Dr., St. Gallen, 1883.
Steiner J. Dr., Arzt, Cöln, O.M. 1876, K.M. 1879.
Strasburger E., Professor der Botanik, Bonn, 1883.
Suringar R., Professor der Botanik, Leyden, 1865.
Thiele J., Professor der Chemie, München, 1897.
Ullrich H., Direktor der Irrenanstalt Kaufbeuren und Irsee, O.M. 1874, K.M. 1888.
Volhard J., Professor der Chemie, Halle, O.M. 1879, K.M. 1882.
Vongerichten E. v. Dr., Strassburg i/E., O.M. 1873, K.M. 1883.
Weyl Th. Dr., Berlin-Charlottenburg, O.M. 1879, K.M. 1883.
(Adr. Dr. Th. Weyl, Berlin W. Kurfürstenstr. 99a II.)
Wislicenus W., Professor der Chemie, Würzburg, 1897.
Zahn F. W., Professor der pathol. Anatomie, Genf, 1896.
Zittel C. A. v., Professor der Palaeontologie, München, 1883.
Zuntz, Professor der Physiologie, Berlin, 1889.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre korrespondierenden Mitglieder Fresenius und Sohnke.

Vorstand.

Vom 1. Mai 1897 an besteht derselbe aus den Herren:
Wiedemann, I. Direktor,
Eversbusch, II. Direktor,
Busch, I. Sekretär,
Simon, II. Sekretär,
Böttiger, Kassier.

Tauschverkehr.

Zu den Gesellschaften, mit welchen die Societät in Tauschverkehr steht, sind im Laufe des Jahres 1896 hinzugetreten:

Petersburg, Société Physico-chymique Russe.
Santiago, Instituto de Hijiene.

Zusendungen von Büchern etc. für die Gesellschaft wolle man direkt an die Societas Physico-Medica zu Erlangen richten, welche, sofern nicht besondere Empfangsanzeige verlangt wird, für eingegangene Schriften nur in dem folgenden Verzeichnisse dankt.

Verzeichnis

der vom 1. Januar bis 31. Dezember 1897 eingelaufenen Druckschriften:

A) im Tauschverkehr.

Amsterdam, Koninklijke Akademie van Wetenschappen: Jaarboek 1896. Verslagen.5 (1896/97). u. SK. III, 12 u. Reg. — Prijsvers 1897.

Arcachon, Société scientifique et station zoologique:

Augsburg, Naturhistorischer Verein für Schwaben und Neuburg:

Baltimore, American Chemical Journal 18 (1896), Nr. 7—10. 19 (1897), Nr. 1—4.

— Johns Hopkins University, Biological Laboratory:

Bamberg, Naturforschende Gesellschaft:

Basel, Naturforschende Gesellschaft: Verhandlungen 11, Nr. 3.

Batavia, Naturkundig Vereeniging in Nederl.-Indïe: Tijdschrift 56 (1897). — Boekwerken f. 1896. Alph. Reg. p. D. I—XXX (Zaak-en Naanrreg.) u. XXXI—L (Zaakreg.).

Bergen, Bergens Museum: Aarbog 1896.

Berlin, Akademie der Wissenschaften: Sitzungsberichte 1896, Nr. 40—53. 1897, Nr. 1—39; Mathematische und naturwissenschaftliche Mitteilungen 1896, Nr. 10. 1897, Nr. 1—8.

— Botanischer Verein der Provinz Brandenburg: Verhandlungen 38 (1896).

— Deutsche chem. Gesellschaft: Berichte 29 (1896), Nr. 18 u. 19.

— Geol. Landesanstalt und Bergakademie: Jahrbuch 16 (1895).

— Verein für innere Medizin: Verhandlungen 16 (1896/97).

— Deutsche Medizinalzeitung: XVII (1896), Nr. 104, XVIII (1897), Nr. 1—104. — Notizkalender 12 (1897), Nr. 1, 2 u. 4. 13 (1898), Nr. 1.

— Medizinische Gesellschaft: Verhandlungen 27 (1896).

— Gesellschaft naturforschender Freunde: Sitzungsberichte 1896.

— Physikalische Gesellschaft: Verhandlungen 15 (1896), Nr. 6 u. 7. 16 (1897), Nr. 1—10.

— Physiologische Gesellschaft:

— Polytechnische Gesellschaft: Polytechnisches Centralblatt 58 (1896/97), Nr. 7—24. 59 (1897/98), Nr. 1—6.

Bern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen 1895, Nr. 1373—98. 1896, Nr. 1399—1435.

Bonn, Naturhistorischer Verein für die preussischen Rheinlande und Westphalen; Verhandlungen 53 (1896), Nr. 2. 54 (1897), Nr. 1. — Sitzungsberichte 1896, Nr. 2. 1897, Nr. 1.

Bordeaux, Société des Sciences physiques et naturelles: Mémoires Sér.

Boston, American Academy of Arts and Sciences: Proceedings 31 (1895/96). 32 (1896/97), Nr. 1—15.

— Society of Natural History: Proceedings 27, Nr. 3—14.

Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften: Jahresbericht 10 (1895/97).

Bremen, Naturwissenschaftlicher Verein: Abhandlungen XIV, Nr. 2 nebst Jahresber. 32.

Breslau, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur: Jahresbericht 74 (1896) nebst Ergänzungsheft 5.

Brünn, Naturforschender Verein: Verhandlungen 34 (1895). — Bericht der meteorologischen Commission 14 (1894).

Brüssel, Académie Royale Médecine de Belgique: Bulletin 10 (1896), Nr. 11. 11 (1897), Nr. 1—10. — Règlements 1896.

— Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Annuaire 62 (1896). 63 (1897). — Mémoires 50, Nr. 2. 51. 52. Mémoires de sav. étr. 47. 50—52. Mém. cour. 53. — Notices Biogr. und Bibliogr. 4. éd. (1896).

— Société Entomologique de Belgique: Annales 38 (1894). 39 (1895). 40 (1896). — Compterenda 1890 Nr. 1, 11—14.

— Société Royale de Botanique de Belgique: Bulletin 35 (1897).

Budapest, Ungarische Akademie der Wissenschaften: Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn 13, b. Értekezések a természettudományok köreböl 23, Nr. 6—12. — Értekezések a mathematikai tudományok köreböl 15, Nr. 4. 5. — Mathematikai és természettudományi Értesitö 14, Nr. 3—5. 15, Nr. 1—3. — Rapport 1896.

Buenos Aires, Museo Nacional: Anales 5 (1896). — Memoria 1894/96.

Bukarest, Societatii de Sciinte Fizice: Buletinul 5 (1896), Nr. 12. 6 (1897), Nr. 1—4.

Cambridge, (Mass.), Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Bulletin 30, Nr. 2—6. 31, Nr. 1—4.

Chemnitz, Nuturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht 13 (1892/95).

Cherbourg, Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques:

Christiania, Kgl. Universität: Oversigt 1894. Beretning 1893. Statistik III, Nr. 239. Barth, 3 Nornaskaller.

Chur, Naturforsch. Gesellschaft Graubündens: Jahresbericht 40 (1896/97).

Córdoba, Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina: Boletin 15, Nr. 1—3.

Danzig, Naturforschende Gesellschaft: Schriften N. F. 9, Nr. 2.

Dorpat siehe Jurjew.

Dresden, Gesellschaft für Natur- und Heilkunde: Jahresbericht 1896/97.

— Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte 1896 Juli bis Dezember. 1897, Jan. bis Juni.

Dublin, Royal Dublin Society:

— Royal Irish Academy: Proceedings 4, Nr. 1—3.

Dürkheim, Pollichia: Mitteilungen 10 (1895). 11 (1896), nebst C. Mehlis, Der Drachenfels bei Dürkheim II. Neust. a. H. 1897.

Edinburg, Royal College of Physicians: Reports II (1897).

— Botanical Society. XX (1896), Nr. 2. 3.

— Physical Society: Proceedings 1895/96.

— Royal Society:

Elberfeld, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht 81 (1895/96).

Emden, Naturforschende Gesellschaft: Jahresbericht 81 (1895/96).

Florenz, Biblioteca Nazionale Centrale: Bollettino delle pubblicazioni italiane Nr. 264—287.

— Instituto di Studi Superiori:

— Società Botanica Italiana:

— Scuola d'Anatomia Patologica:

Frankfurt a. M., Aerztlicher Verein: Jahresbericht über die Verwaltung des Medizinalwesens, die Krankenhäuser und die öffentlichen Gesundheitsverhältnisse der Stadt Frankfurt a. M. 40 (1896). — Tabellarische Mitteilungen betreffend den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M. 1894.

— Senckenbergische Naturforsch. Gesellschaft: Bericht 1897. — Abhandlungen 20, 1. 34, 1—4,

— Physikalischer Verein: Jahresbericht 1895/96.

Frankfurt a. O., Naturwissenschaftlicher Verein: Helios. Monatliche Mitteilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften 14 (1897). — Societatum Litterae 10 (1896), Nr. 7—12. 11 (1897), Nr. 1—6.

Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen 11.

Freiburg i. B., Naturforschende Gesellschaft: Berichte 9.

St. Gallen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht 1894/95.

Genf, Société de Physique et d'Histoire Naturelle: Compte rendu XIII, (1896).

Gent, Kruidkundig Genootschap Dodonaea:

Genua, Accademia Medica:

— Museo Civico di Storia Naturale: Annali 17 (1897).

Giessen, Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde: Bericht 31 (1896).

Görlitz, Naturforschende Gesellschaft:

Göttingen, Gesellsch. der Wissenschaften: Nachrichten Math.-phys. Kl. 1896, Nr. 4. 1807, Nr. 1. 2. — Geschäftliche Mitteilungen 1897, Nr. 1.

Graz, Verein der Aerzte in Steiermark:

— Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark: Mitteilungen 33 (1896).

Greifswald, Naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen: Mitteilungen 28 (1896).

Haarlem, Musée Teyler: Archives Sér. II, Vol. 5, Nr. 3.

— Société Hollandaise des Sciences: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles 30 (1896), Nr. 4. 5. Ser. II, 1 (1897), Nr. 1—3.

Halifax, New Scotian Institute of Science: Proceedings and Transactions IX (1895/96) Nr. 2.

Halle a. S., Kaiserl. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher: Leopoldina 32, Nr. 12. 33, Nr. 1—12.

— Naturforschende Gesellschaft; Bericht 1892.

— Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für Naturwissenschaften 67 (1894), Nr. 5. 6. 69 (1896/97), Nr. 1—6. 70 (1897), Nr. 1—2.

Hamburg, Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg-Altona: Verhandlungen III. Folge, 4. — Abhandlungen 15.

— Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung:

Hanau, Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde: Bericht 1892/95.

Hannover, Naturhistorische Gesellschaft:

Heidelberg, Naturhistorisch-Medicinischer Verein: Verhandlungen 5, Nr. 5.

Helsingfors, Societas pro Fauna et Flora Fennica: Meddelanden 22.

— Societas Scientiarum Fennica: Acta 20 (1894). — Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk 54—56. — Öfversigt 38 (1895/96). — Observations publiées par l'Institut Météorologique Central 12 Nr. 1. — Observations météorologiques 1889/90.

Jekaterinburg, Société Ouralienne de Médecine:

Innsbruck, Naturwissenschaftl.-Medizin. Verein: Berichte XXII (1893/96).

Iowa City, Laboratories of Natural History of the State University of Iowa:

Jurjew, Naturforschende Gesellschaft: Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands Serie II, Bd. 11, Nr. 2. — Sitzungsberichte 11, Nr. 2. — Schriften 8.

Karlsruhe, Naturwissenschaftlicher Verein:
Kasan, Société Physico-Mathématique: Bulletin Sér. II, T. 6, Nr. 1—4. 7, Nr. 1—3.
Kassel, Verein für Naturkunde: Abhandlungen und Bericht 40.
Kiel, Naturwissenschaftlicher Verein in Schleswig-Holstein: Schriften 11, Nr. 1.
Kiew, Société des Naturalistes: Mémoires 12. 13. 14, Nr. 1.
Klausenburg, Siebenbürgischer Museumsverein: Értesitö 20 (1896) I, Nr. 2. 3. II, Nr. 2. 3. 22 (1897) I, Nr. 1. II, Nr. 1.
Königsberg i. Pr., Physikalisch-Oekonomische Gesellschaft: Schriften 37 (1896).
Kopenhagen, K. Danske Videnscabernes Selskab: Oversigt 1894, Nr. 3. 1895, Nr. 1. — Bulletin 1896, Nr. 6. 1897. Nr. 1—5.
— Naturhistorisk Forening: Meddelelser 1894.
— Mediciniske Selskab: Forhandlinger 1896/97.
Landshut, Botanischer Verein:
La Plata, Facultad de Agronomia y Veterinaria: Revista: Nr. 5—8. 10.
Lausanne, Société Vaudoise des Sciences Naturelles: Bulletin 122—125.
Leipzig, Jablonowskische Gesellschaft:
— Naturforschende Gesellschaft: Sitzungsberichte 22. 23. (1895/96).
— Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch-Physikal. Klasse: Berichte 1896, Nr. 4—6. 1897, Nr. 1—4.
— Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde: 15 (1897).
— Medizinische Gesellschaft:
London, Nature Nr. 1418—1469.
— Mathematical Society: Proceedings 569—608.
— Royal Society: Proceedings 365—381. — Transactions 185 (1894), A. B. — List of Members 1894.
Lüneburg, Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstentum Lüneburg: Jahreshefte 13 (1893/95).
Lüttich, Société Royale des Sciences de Liége: Mémoires 19.
Luxemburg, Institut Grand Ducal, Section Sciences Naturelles: Publications 25 (1897).
— Société Botanique du Grand-Duché de Luxembourg:
Madison (Wisc.), Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters:
Magdeburg, Naturwissenschaftlicher Verein:
Mailand, Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere: Rendiconti 29 (1896).
— Società Italiana di Scienze Naturali: Atti 36, Nr. 3. 4. 37, Nr. 1. — Memorie VI, Nr. 1.
Marburg, Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften: Sitzungsberichte 1896.
Marseille, Faculté des Sciences: Annales VI, 3—6. VII, 1—4.

Melbourne, Royal Geographical Society of Australia:
Meriden.
Milwaukee (Wisc.). Public Museum of the City: Report 14 (1895/96).
Minnesota, Geological and Natural Survey of Minnesota:
Moskau, Société Impériale des Naturalistes: Bulletin 1896, Nr. 3. 4. 1897, Nr. 1.
München, Gesellschaft für Morphologie und Physiologie: Sitzungsberichte 11 (1895), Nr. 2. 3. 12 (1896), Nr. 1—3. 13 (1897), Nr. 1.
— Medizin.-Klinisches Institut:
— Aerztlicher Verein: Sitzungsberichte 6 (1896).
— Wochenschrift für Thierheilkunde und Viehzucht 1894, Nr. 1—52. 1895, Nr. 1—26.
Münster i. W., Westfäl. Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst: Jahresbericht 24. (1895/96).
Neapel, Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche (Sezione della Società Reale di Napoli): Rendiconto 35 (Ser. III, Vol. 2, (1896), Nr. 11. 12. (Ser. III. Vol. 3, 1897), Nr 1—11.
— Zologische Station: Mitteilungen 12, Nr. 4.
Neuchâtel: Société des Sciences Naturelles:
New York, Academy of Sciences: Annals 9, Nr. 4. 5. — Transactions 15 (1895/96).
Nürnberg, Medizinische Gesellschaft und Poliklinik: Jahresbericht 1896.
— Naturhistorische Gesellschaft: Abhandlungen 10, Nr. 5 nebst Jahresbericht 1896.
— Aerztlicher Lokalverein: Sitzungs-Protokolle 1892—94.
— Germanisches Nationalmuseum: Anzeiger 1896. — Mitteilungen 1896. — Katalog der Holzstöcke 2.
Odessa, Société des Naturalistes de la Nouvelle Russie: Mémoires 20, Nr. 2. 21, Nr. 1.
Offenbach, Verein für Naturkunde: Bericht 33—36 (1891/95).
Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht (1895/96).
Palermo, Circolo Matematico: Rendiconti 11 (1897), Nr. 1—6. — Annuario 1890. 1892. 1896. — Statuto ed elenso 1884. 1886.
Paris, Société de Biologie: Comptes rendus et Mémoires 1896, Nr. 35, 1897, Nr. 1—40.
— Société Linnéenne: 1894, Nr. 143—148. 1895, Nr. 149—151. 1896, Nr. 160—167.
— Société Zoologique de France: Bulletin 21. 22, Nr. 2. — Statuts 4. éd.
Passau, Naturhistorischer Verein: Bericht 1890/95.
Perugia, Accademia Medico-Chirurgica: Atti e Rendiconti 9, Nr. 1—3.
Petersburg, Académie des Sciences: Bulletin Nouv. Sér. 3, Nr. 2—5. Sér. 4, Nr. 1—5. Sér. 5, Nr. 1—5. Sér. 6, Nr. 1. 2. 4. 5. Sér. 7, Nr. 1.

Petersburg, Hortus Petropolitanus: Acta 13, Nr. 1. 2.
— Société des Naturalistes: Section de Botanique, Bulletin 24 (1893). — Comptes rendus 1896, Nr. 5—8. 1897, Nr. 1—3. — Travaux 27 (1896) F. 2. — Section de Géologie et de Minéralogie, Travaux 24 (1896). — Section de Zoologie et de Physiologie, Travaux 24, (1894). 25 (1895), Nr. 1.
— Société physico-chimique russe: Journal 29 (1891), Nr. 1—8. Section de chim. Protocoles 1—3.

Philadelphia, Academy of Natural Sciences: Proceedings 1896, Nr. 2—3. 1897, Nr. 1.
— College of Physicians: Transactions III, Vol. 18.
— Wagner Free Institute of Science: Transactions III, Nr. 3.
— American Philosophical Society: Proceedings 151—154.

Pisa, Scuola Normale Superiore (Scienze Fisiche e Matematiche): Annali 7.

Prag, Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften: Jahresbericht 1896. — Sitzungsberichte (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse) 1896. I. II.
— Lese- und Redehalle der deutschen Studenten: Bericht 1896. Juncker, C.: D. internat. Institut G. Bibliogr. in Brüssel Sp.-Abdr. Lpz. 1897.

Regensburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Berichte 4 (1892/93).

Riga, Naturforscher-Verein: Festschrift 1895. — Correspondenzblatt 39 (1896).

Rio de Janeiro, Museu National: Archivos. VIII (1892).

Rochester, Academy of Sciences:

Rom, Accademia dei Lincei: Rendiconti (Classe di Scienze Fisiche etc.) 1897, Semestre I. II.
— Accademia Medica: Bulletino 21 (1895), Nr. 1—4.
— Gazetta Chimica Italiana 27 (1897) I, Nr. 1—6. II, Nr. 1—5.

Salem, Essex Institute: Bulletin 25 (1893), Nr. 4—12. 26 (1894), Nr. 1—3. — Naturalist. 29, Nr. 348.

San Francisco, California Academy of Sciences: Proceedings 4, Nr. 1.

Santiago, Société Scientifique du Chile: Actes 5 (1895), Nr. 5. 6 (1896), Nr. 2—5. 7 (1897). Nr. 1—3.
— Deutscher Wissenschaftlicher Verein: Verhandlungen III, Nr. 3. 4.
— Institute de Hijiene-Revista 2 (1895) Nr. 8—12. — Consejo sup. de Hijene, Sesiones 1896.

Stockholm, Svenska Vetenskaps-Akademie: Handlingar 28. — Bihang 22 (1896/97), Nr. 1—4. — Öfversigt af Förhandlingar 53 (1896). — Entomologiska Förening: Tidskrift.

Stuttgart, Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte 53 (1897).

Thorn, Copernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst: Jahresbericht 43 (1896/97).

Tokio, Medizinische Fakultät der Kaiserl. Japanischen Universität: Mitteilungen II, 2. III, 1.

Toulouse, Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres: Mémoires 5 (1893). 6 (1894).

Triest, Museo Civico di Storia Naturale: Atti 9.

— Società Adriatica di Scienze Naturali: Bolletino XVII (1896).

Tufts College (Mass.):

Turin, R. Accademia delle Scienze (Scienze Fisiche, Matematiche, Naturali): Atti 32, (1896/97). — Memorie Ser. II, Vol. 44. — Osservazioni Meteorologiche 1896.

Ulm, Verein für Mathematik und Naturwissenschaften: Jahreshefte 8 (1897).

Upsala, Läkareförening: Förhandlingar N. F. II. (1896/97), H. 1—9, III, (1897/98), H. 1. 2.

Utrecht, Provincial Utrechtsch Genootschap: Aanteekeningen 1896. Verslag 1896.

Washington, National Academy of Sciences:

— Smithsonian Institution: Report 1894.

— Library of the Surgeon Generals Office: Index-Catalogue 15 (1894).

Wernigerode, Naturwissenschaftl. Verein des Harzes: Schriften 11 (1896).

Wien, Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse): Sitzungsberichte, von Abteilung IIa. IIb. III je Band 105, Nr. 1—10.

— Zoolog.-Botan. Gesellschaft: Verhandlungen 46 (1896), Nr. 10.

— Naturhistorisches Hofmuseum: Annalen 11 (1896). Nr. 3. 4. 12 (1897), Nr. 1.

— Geologische Reichsanstalt: Jahrbuch. 45 (1895), Nr. 2. 46 (1896), Nr. 1—4. 47 (1897) Nr. 1. — Verhandlungen 1896, Nr. 13—18. 1897, Nr. 1—13.

— Naturwissenschaftl. Verein an der Universität:

— Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse: Schriften 37 (1896/97).

Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde: Jahrbücher 50 (1897).

Würzburg, Physikal.-Medizinische Gesellschaft: Sitzungsberichte 1896. — Verhandlungen 30 (1896).

Zürich, Naturforschende Gesellschaft: Neujahrsblatt 1897. — Vierteljahrschrift 41 (1896), Suppl. 42 (1897). Nr. 1. 2.

Zwickau, Verein für Naturkunde: Jahresbericht 1896.

B) als Geschenk.

Kelly, Howard: The Treatment of Extra-Uterine Pregnancy, Ruptured in the Early Months, by Vaginal Puncture and Drainage. ... Reprinted from the American Gynaecolog. and Obstetrical Journal pro. Aug., 1896.

Studier, Zoologische —. Festschr. W. Lilljeborg z. 80. Geburtst. gewidmet v. Schwedischen Zoologen. Hrsg. m. Unterst. S. M. d. Königs Oskar II., des Letterstedtschen Vereins und mehrerer Freunde d. Wissensch. (Upsala, 1896). [Ueberr. v. d. K. Universitäts-Bibliothek zu Upsala.]

Bokorny, Th.: Versuche über die Giftigkeit des Nitroglycerins. Sp.-A. a. „Chemiker-Zeitung" 1896. 20, Nr. 108. (Cöthen.)

— Über das Vorkommen des „Gerbstoffes" im Pflanzenreiche und seine Beziehung zum aktiven Albumin. Sp.-A. a. „Chemiker-Zeitung" 1896. 20. Nr. 103. (Cöthen.)

— Über die Wasserlöslichkeit des Phosphors und die Giftwirkung wässeriger Phosphorlösungen. Sp.-A. a. „Chemiker-Zeitung" 1896. 20. Nr. 103. (Cöthen.)

— Über die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur. (Sp.-A. a. Biolog. Centralblatt XVII, 1897. Nr. 1.) Erlangen.

— Toxicologische Notizen über Ortho- u. Para-Verbindungen ... Sp.-A. a. d. Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. 64. Bonn, 1896.

— Vergleichende Studien über die Giftwirkung verschiedener chemischer Substanzen bei Algen u. Infusorien. Sp.-A. a. d. Archiv. f. d. ges. Physiol. Bd. 64. Bonn, 1896.

— Ernährbarkeit der Spaltpilze durch verschiedene Kohlenstoffverbindungen ... Sp.-A. a. d. Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 66. Bonn, 1897.

— Über die Kohlenstoffernährung der Sprosshefe ... Sp.-A. v. Dinglers polyt. Journal Bd. 303, H. 5—7.

Hermite, M. Ch.: Sur quelques développements ensérie de la théorie des fonctions elliptiques ... Kasan, 1897.

Rosenthal, J.: Emil du Bois-Reymond. Geb. 7. Nov. 1818. Gest. 26. Dez. 1896. '(Rede, gespr. in d. gemeinsch. Sitzg. der physik. u. der physiol. Gesellsch. zu Berlin a. 22. Jan. 1897)' ... Sp.-A. a. d. „Biolog. Centralbl." Bd. XVII Nr. 3 ... Leipz., 1897.

Anales del Museo Nac. de Montevideo VII.

Hedwigia. 36 (1897).

Intermédiaire, L' — des Biologistes. Paris. I (1897), Nr. 1.

Report of the Kensington Hospital for Women 1895/96.

Noble, Charles P.: ... Some further observations concerning movable Kidney . . . ([Reprinted from the Americ. Journal of Obstetrics and Diseases of Women and Children. Vol. XXXV. Nr. 1. 1897]).

— ... Ectropion of the Cervix in nulliparae resembling laceration of the cervix. ('[Reprinted from the American Gynaecolog. and Obstetric. Journal for February, 1897 . . .]').

— ... A New Method of Suturing the Abdominal Wall in Celiotomy . . . Reprinted from the American Journal of Obstetrics. Vol. XXXV. Nr. 4. 1897. New-York 1897.

— ... Contribution to the technique of operations for the cure of laceration of the pelvic floor in women . . . ('[Reprinted from the American Gynaecolog. and Obstetr. Journal for April, 1897 . . .]').

— ... Vaginal incision and drainage of suppurating haematoceles due to ectopic gestation . . . ('[Reprinted from the American Gynaecolog. and Obstetr. Journal of March 1897 . . .]').

— ... The development and the present status of hysterectomy for fibromyomata . . . Reprinted from Vol. XXII. Gynaecol. Transactions 1897.

— ... Remarks on the Use of the Buried Permanent Suture in Abdominal Surgery . . . Reprinted from the American Gynaecol. and Obstetr. Journal for Dezember, 1896.

Ratgeber, Der Technische — Berlin. I (1897) Nr. 11—23.

Papers printed to commemorate the incorporation of the University College of Sheffield. Contrib. Op. members of the College. 1897.

Lottermoser, A. u. Meyer, E. von: Zur Kenntnis des colloidalen Silbers. Sp.-A a. „Journal für prakt. Chemie“ 1897 Bd. 56 Nr. XXI.

Wislicenus, W.: Über Tautomerie a. Ahrens: „Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge“ Bd. II, Heft 6 u. 7.

Sitzungen.

Die physikalisch-medizinische Societät hielt vom 1. Januar 1897 bis zum 31. Dezember sieben Sitzungen ab, deren wissenschaftliches Material in den nachstehenden Sitzungsberichten niedergelegt ist.

Verzeichnis der in den Sitzungen gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 8. II. 97.

M. Blanckenhorn: Saurierfunde im fränkischen Keuper.

A. Spuler: Über die Entstehung der roten Blutkörperchen.

Sitzung am 8. III. 97.

E. Wiedemann: Über Entladungen.

M. Busch: Über Cinnolin.

Sitzung am 11. V. 97.

Is. Rosenthal: Fortsetzung der Mitteilungen über Calorimetrie.

M. Busch: Sterische Hinderung chemischer Reaktionen.

Sitzung am 15. VI. 97.

H. Friedenthal: Über die Funktionen der weissen Blutkörperchen.

Sitzung am 12. VII. 97.

L. Heim: Neue systematische Einteilung der Mikroorganismen, speziell der Bakterien.

E. Wiedemann: Elektrische Entladungen.

Sitzung am 8. XI. 97.

E. Wiedemann: Telegraphie ohne Draht.

H. Simon: Über die Schallempfindlichkeit des elektrischen Flammenbogens.

J. Rosenthal: Über Reflexe und ihre Bedeutung in physiologischer und pathologischer Beziehung.

Sitzung am 13. XII. 97.

J. Rosenthal: 1. Über den Sauerstoffverbrauch der Säugetiere.
2. Einige Versuche über Wärmeproduktion und respiratorischen Gaswechsel bei Winterschläfern.

H. Simon: Über ein neues Photometer.



Über die Absorption elektrischer Schwingungen durch Gase.

Von E. Wiedemann und G. C. Schmidt.

Mitgetheilt in der Sitzung vom 8. März 1897.

Zum Druck eingereicht am 24. März 1897.

Werden Gase durch Ströme, die in ihrer Nähe schnell verlaufen, zum Leuchten erregt, so leuchten überwiegend die der Erregungsstelle zunächst gelegenen Teile derselben. Die weiter entfernt liegenden werden durch die Ersteren gegen eine Erregung geschirmt. Besonders deutlich tritt dies hervor wenn man die Gase in zwei Röhren bringt, von denen die eine der erregenden Ursache näher steht, die andere weiter von ihr entfernt ist. Für die Ströme eines Induktoriums ist die Erscheinung von J. Moser, für Entladungsströme von Leydner Flaschen durch J. J. Thomson untersucht worden; für die langsam gedämpften Schwingungen eines Lecher'schen Drathsystems haben H. Ebert und E. Wiedemann die Vorgänge eingehend untersucht, indem dieselben zwischen eine leicht ansprechende elektrodenlose Röhre und die Endcondensatorplatten des Lecher'schen Systems allmählich immer weiter ausgepumpte Röhren brachten.

Aus deren Versuchen ergab sich vor allem, dass die Schirmwirkung aufhört, sobald die um die Condensatorplatten sich bildenden und in das Gas eindringenden dunklen Räume, die dem dunklen Kathodenraum, der Goldstein'schen zweiten Kathodenschicht entsprechen, fast ganz oder ganz bis zur gegenüberliegenden Seite des Rohres reichen. Ob bei einem bestimmten Druck demnach ein Gas schirmt oder nicht, hängt also nicht allein von dem Druck, sondern auch von den Dimensionen des Rohres ab.

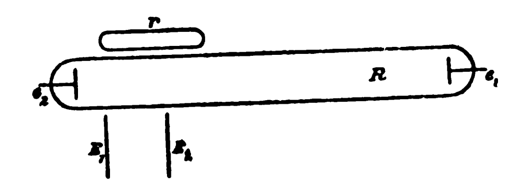
Aus der Thatsache, dass ein Gas in einer Röhre von bestimmten Dimensionen nicht schirmt, den Schluss zu ziehen, dass das Vakuum ein Nichtleiter ist, ist demnach nicht statthaft.

1. Verhalten von Gasen, die durch einen Strom zum Leuchten gebracht sind, gegen elektrische Oscillationen.

Bei allen den erwähnten Versuchen war aber die erregende Störung auch die absorbirte. Es schien ein besonderes Interesse zu haben zu untersuchen, in wie weit die verschiedenen Teile eines von einem Strom S durchflossenen Entladungsrohres ein anderes gegen die Erregung durch elektrische Schwingungen schirmten. Die Versuchsanordnung war folgende:

E_1 und E_2 sind die Platten des Lecher'schen Endkondensators E (Fig. 1), der zunächst das Entladungsrohr R nicht ganz berührt, die Elektroden e_1 und e_2 sind mit einem Commutator

Fig. 1.



und einem Stromschlüssel verbunden, r ist eine kleine elektrodenlose Röhre, die so weit evakuiert ist, dass sie leicht auf die von E_1 E_2 ausgehenden Erregungen anspricht. R sei so weit ausgepumpt, dass wenn e_2 Kathode ist, sich an dieselbe ein dunkler Raum anschliesst. Als Stromquelle diente zunächst eine 20plattige Influenzmaschine, später sollen auch Versuche mit einer grossen galvanischen Batterie ausgeführt werden.

Ist der Strom in R geöffnet, so leuchtet r. Das Gas in R wird von den von E_1 E_2 kommenden Schwingungen nur ganz schwach angeregt; ist e_2 Kathode so ändert ein Öffnen und Schliessen des Stroms in R nur äusserst wenig, ist dagegen e_1 Anode, lagert sich also an e_1 die positive Lichtsäule, so erlischt r oder wird doch sehr viel dunkler; der eventuell noch vorhandene Rest von Licht in r wird ganz an R hingezogen: wie die an e_1 grenzenden Teile der positiven Lichtsäule verhalten sich auch ihre anderen.

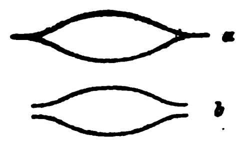
Aus dem Versuch folgt: durch den Strom zum Leuchten erregte Gase absorbieren auch wenn sie dies stromlos **nicht** *thun, auf sie treffende elektrische Schwingungen; der dunkle Kathoden-*

raum absorbiert elektrische Schwingungen nur sehr schwach. Er verhält sich hierin wie ein Nichtleiter.

Besteht die Entladung selbst in schnellen Schwingungen, so erklärt sich aus dem obigen Resultat der grosse Übergangswiderstand im dunklen Raum ohne weiteres. Ferner ergiebt sich die Schwierigkeit, die derselbe dem Austritt positiven Lichtes entgegensetzt, sei es nun dass die Anode selbst in ihn hineinragt, sei es dass ein von der positiven Entladung durchsetzes Rohr bis in ihn hineingeführt ist.

Legt man die Platten des Endkondensators E_1 und E_2 an R an, so treten bei tiefen Drucken, wenn die Anregung eine hinlänglich kräftige ist gegenüber von E_1 und E_2 grüne ovale Ringe (Fig. 2a) auf. Pumpt man weiter aus, so verschwinden diese in Folge der ungenügenden Anregung von R. Sobald man durch r den Strom schickt, entwickeln sie sich wieder intensiv und werden kleiner, ein Zeichen dafür, dass in dem verdünnten leuchtenden Gase von E_1 nach E_2 und umgekehrt Bewegungen gehen, die in den dunklen Räumen nicht auftreten konnten. Bei mittleren

Fig. 2.



Drucken sind die E_1 und E_2 entsprechenden Ringfiguren ganz gleich, bei solchen Drucken, bei denen aus e_2 ein intensives Kathodenstrahlenbüschel austritt, treten grosse Unterschiede auf. Mit abnehmendem Druck wächst der von der Kathode entferntere Ring ganz langsam wie bei einem nicht vom Strom durchflossenen Rohr, der E_1 gegenüberliegende wächst viel schneller, und scheint in der Mitte entzweigeschnitten zu sein (Fig. 2b) gerade als ob die von e_2 ausgehenden Kathodenstrahlen eine deflektorische Wirkung auf die von der Wand bei E_1 ausgehenden Strahlen ausübten.

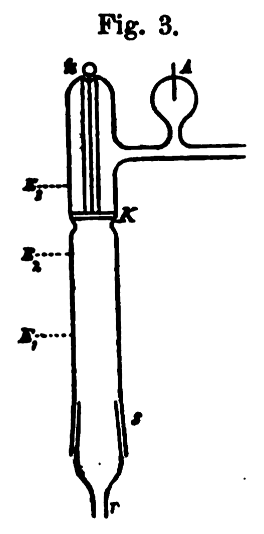
Stellte man die Platte E_1 oder E_2 so, dass die die Ringfigur erzeugenden Strahlen teils durch die hellen teils durch die

dunklen Stellen von Schichten gingen, so sah man keinen Unterschied in der Helligkeit.

2. Verhalten von Gasen, die durch Kanalstrahlen zum Leuchten gebracht sind, gegen elektrische Oscillationen.

Jst etwa in dem Apparat (Fig. 3) A die Anode, K die Kathode, die aus einem mit Schlitzen versehenen Aluminiumblech besteht,

Fig. 3.



so treten nach rückwärts in das gegen s hingelegene Rohr R aus den Schlitzen der Kathode sog. Kanalstrahlen aus.[1])

Die Endkondensatoren mögen die Lage E_1 und E_2 haben.

1. Eine neben R gelegte empfindliche Röhre, die, wenn keine Kanalstrahlen in R eindringen, leuchtet, erlischt in dem Moment, wo der Strom geschlossen wird. Die Energie wird wieder in das Rohr hineingezogen.

Also auch von Kanalstrahlen erregte Gase absorbiren elektrische Schwingungen.

2. Das Rohr sei stromlos und soweit evakuiert, dass kaum noch eine Anregung stattfindet. Die grüne Ovale sind sehr gross. Der Strom wird geschlossen, die Ovale werden klein und hell, gerade wie wenn der Druck erhöht wird.

1) E. Goldstein, Sitzungsber. der Berl. Akademie 1886 p. 691.

Mittels des obigen Apparates lässt sich auch der hindernde Einfluss des dunklen Raumes gegen den Durchgang von Oscillationen nachweisen.

Die Endcondensatorplatten des Lecher'schen Drahtsystems mögen die Lage E_1 und E_2 haben. Es sei zunächst der Hauptstrom zwischen K und A unterbrochen. Es wird soweit ausgepumpt, dass durch die Ritze von K unter dem Einfluss der Oscillationen kleine Büschelchen austreten, darauf wird der Strom A K geschlossen, die Büschel verschwinden, offenbar wird in dem vor K nach A zu gelegenen Raum keine oscillatorische Energie mehr absorbirt und daher findet auch kein Strömen derselben von E_2 nach E_1 und umgekehrt mehr statt.

Ueber die elektrische Leitung verdünnter Gase.

Von E. Wiedemann und G. C. Schmidt.

Vorgelegt in der Sitzung vom 8. März 1897.

Eingereicht zum Druck am 31. März 1897.

Von den verschiedenen Hypothesen über die Art des Durchganges der Elektrizität durch Gase hat in neuerer Zeit besonders diejenige Anklang gefunden, nach der diese Leitung ein elektrolytischer Vorgang sein soll. Von andern Seiten [1]) sind gegen diese Hypothese Bedenken erhoben worden; sie stützen sich unter anderem auf die Thatsache, dass bei den Quecksilberhaloidsalzen und zahlreichen organischen Verbindungen [2]) in Entladungsröhren Verbindungsspektren auftreten, und dass bei ersteren gar keine Quecksilberlinien zu sehen sind.

Für die Hypothese einer elektrolytischen Leitung sprach vor allem der Nachweis von Perrot, Lüdeking, J. J. Thomson u. a., dass an den Elektroden die Zersetzungsprodukte der Gase auftreten und zwar in manchen Fällen in den durch das Faraday'sche Gesetz bestimmten Mengen; in anderen Fällen ist dies freilich nicht der Fall. Soweit wir sehen können, ist bei all den erwähnten Versuchen eine Zersetzung der Gase nicht ausgeschlossen, die unabhängig von der Stromüberführung z. Bsp. durch Thermolyse derselben in ihre Bestandteile erfolgt. Bei unseren Versuchen haben wir eine solche Zersetzung möglichst ausgeschlossen und geprüft, ob dann überhaupt noch Zersetzungsprodukte an den Elektroden auftreten und ob ihre Mengen den durch das oben erwähnte Gesetz bestimmten entsprechen.

Wir haben dabei eine grosse Batterie von 1000 Akkumulatoren verwendet, die Stromstärke wurde durch vorgeschaltete

---

1) E. Wiedemann u. H. Ebert. Wied. Ann. 35 p. 235. 1888.

2) E. Wiedemann u. G. C. Schmidt. Wied. Ann. 56. p. 20. 1895.

Widerstände einer Lösung von Jodcadmium in Amylalkohol geregelt.

Untersucht wurden Chlorwasserstoffsäure, Quecksilberchlorid, -bromid, -jodid.

Chlorwasserstoffsäure.

Das Gas befand sich in einem in der Mitte verengten 10 cm langen und 1,5 cm weiten Entladungsrohr, durch das entweder ein stetiger Strom des Gases geleitet wurde, oder das abwechselnd gefüllt und wieder ausgepumpt wurde. Der Strom wurde so geschwächt, dass möglichst wenig H_2 und Cl_2 linien auftraten; ganz war dies aber nicht zu vermeiden. Die um die Kathode und Anode befindlichen Gasmengen wurden getrennt durch Röhren geleitet, in denen Quecksilber bis zum Verdampfen erhitzt wurde. Freies Chlor musste Quecksilberchlorür bilden. Zum Nachweis des Quecksilberchlorürs wurde unter anderem das zum Auffangen des Chlors dienende Quecksilber mit Natronlauge tüchtig ausgeschüttelt und mit Silbernitrat ausgefällt.

Die folgende Tabelle giebt unter a die in einem eingeschalteten Silbervoltameter abgeschiedene Ag-menge, unter b die daraus sich berechnende Menge des Halogens, die an der Anode nach dem Faraday'schen Gesetz sich abscheiden musste, c und d die an der Anode resp. Kathode wirklich abgeschiedene Menge und e_1 und e_2 die in Prozenten von b ausgedrückte an der Anode und im ganzen abgeschiedene Halogenmenge.

Versuch	a	b	c	d	e_1	e_2
I	0,022	0,0073	Spur	Spur	—	—
II	0,068	0,023	Spur	Spur	—	—
III	0,1230	0,041	0,0127	0,0085	31%	53%

Die Zahlen zeigen, dass selbst wenn wir die an Anode und Kathode abgeschiedenen Mengen zusammenzählen, noch nicht die von den Faraday'schen Gesetz verlangte Menge abgeschieden ist.

Die Entladungspotentiale in Chlorwasserstoffgas sind sehr hohe.

Bei schwachem Strom und reichlich vorhandenem Gas ist die Farbe schön grün, in anderen Fällen blau.

Das Verbindungsspektrum des Chlorwasserstoffs zeigt folgendes Aussehen. In der positiven Entladung breites Band von 573 bis 486 $\mu\mu$, die Entladung sieht blau aus, an der Kathode ist fast ausschliesslich das Chlorspektrum zu sehen. Häufig verwandelt sich

die blaue Farbe der positiven Entladung in grün, das Spektrum verändert sich und zeigt folgende Linien und Banden:

Dunkler Streifen bis 632, helles rotes cannelliertes Band von 632—596 mit zwei besonders dunklen Linien bei 614 und 600. Dunkle Bande von 596—578; dunkle Bande von 570—560. Sehr helles grünes Band von 556—522, in dem eine sehr dunkle Linie bei 535 auftritt. Dunkles Band bei 493—458. Im Blau befinden sich sehr viele einzelne Linien oder ein canelliertes Spektrum, das wir bisher nicht genauer ausmessen konnten.

Nach den beim Chlorwasserstoff erhaltenen negativen Resultaten schien eine Untersuchung des Brom- und Jodwasserstoffs, die viel zersetzlicher als ersterer sind, nicht erforderlich.

Quecksilberhaloidsalze.

Bei den Versuchen mit den Hghaloidsalzen diente ein 2,5 cm weites und 1,5 cm langes Rohr, das in der Mitte zusammenfallen gelassen war. An dies Rohr waren in der Nähe der Elektroden zwei seitliche Röhren angesetzt, von denen die an der Anode Silberspiralen enthielt. Das Silber absorbiert beim Erhitzen etwa freiwerdende Halogene.

Die folgende Tabelle enthält die im Voltmeter abgeschiedene Silbermenge, sowie die berechneten und gefundenen Halogenmengen:

	Silber	Halogen berechnet (b)	gefunden (e)	e/b. 100
$HgCl_2$	0,1168	0,0389	0,0016	4,1%
$HgBr_2$	0,1200	0,0888	0,0030	3,8%
HgJ_2	0,010	0,0117	0,0000	0,0%
HgJ_2	0,092	0,1082	0,0061	6%

Die an der Kathode abgeschiedenen Mengen der Halogene betragen im Maximum 6% der durch das Faraday'sche Gesetz verlangten.

Die Versuche an den Haloidverbindungen des Quecksilbers sind wohl noch schlagender als diejenigen bei der Chlorwasserstoffsäure, schon weil kaum eine Thermolyse eintrat; nur in seltenen Fällen war ein Metallspektrum zu sehen.

Aus den obigen Beobachtungen scheint uns zu folgen:

Eine der wesentlichsten Folgerungen dafür, dass die Leitung in Gasen eine elektrolytische ist, bestätigt sich nicht; an den Elektroden treten in vielen Fällen

($HgCl_2$, $HgBr_2$, HgJ_2) keine Zersetzungsprodukte auf, und wenn sie es thun, so gehorcht ihre Menge nicht dem Faraday'schen Gesetz. Die an sich so verlockende Hypothese scheint uns also den Thatsachen nicht zu entsprechen.[1])

---

1) Auf die Einzelheiten der Versuche sowie der sich an sie anschliessenden Beobachtungen werden wir in Wied. Annalen ausführlich zurückkommen.

Über die Beziehung zwischen Fluorescenz und Lichtelektrizität.

Von G. C. Schmidt.

Vorgetragen in der Sitzung vom 17. Januar.
Zum Druck eingereicht am 29. Januar.

(Vorläufige Mitteilung.)

Um eine Reihe von Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität zu erklären, machten die Herren v. Bezold[1]) und Arrhenius[2]) die Annahme, dass die Sonne durch Vermittelung der Lichtstrahlen elektrische Kräfte ausübe, indem sie die negative Elektrizität zerstreue und dadurch zu elektrischen Strömen Veranlassung gebe. Um diese Annahme zu prüfen, untersuchte Herr Lampa[3]) Mineralien, Hölzer u. s. w. auf ihre photoelektrische Empfindlichkeit hin, indes ohne Erfolg. Erst den Herren Elster und Geitel[4]) gelang es, indem sie von der Hypothese ausgingen, dass Zerstreuungsvermögen und Fluorescenz von einander abhängig seien, eine Anzahl von lichtempfindlichen Mineralien aufzufinden.

In der nachfolgenden Untersuchung habe ich die Frage, ob thatsächlich photoelektrische Empfindlichkeit und Fluorescenz in einem ursächlichen Zusammenhang stehen, zu lösen gesucht. Zu gleicher Zeit habe ich mir die weitere Aufgabe gestellt, zu prüfen, ob die Jonen, welche nach allen bisherigen Untersuchungen alle Eigenschaften der unzersetzten Moleküle, abgesehen von ihren elektrischen Ladungen, besitzen, im besonderen Masse befähigt sind, die negative Elektrizität unter dem Einfluss des Lichtes zu zerstreuen.

---

1) v. Bezold. Berl. Sitzber. 1888 p. 485.
2) Arrhenius. Wied. Ann. 32 p. 545.
3) Lampa Beibl. 15 p. 334.
4) Elster und Geitel. Wied. Ann. 38 p. 507.

Methoden und Apparate: Zur Prüfung dieser beiden Fragen habe ich zwei Methoden angewandt, nämlich erstens die von E. Wiedemann und H. Ebert[1]) angegebene und zweitens die von Righi[2]), Elster und Geitel[3]) angewandte. Bei der ersten wurden die zu untersuchenden Präparate in einen Porzellantiegel, in welchem sie gelinde erhitzt werden konnten, gebracht und mit dem negativen Pol der Influenzmaschine verbunden. Gegenüber der Substanz befand sich die kugelförmige Anode. Parallel hierzu war eine Funkenstrecke geschaltet; dieselbe wurde so eingestellt, dass gerade der Funken an der Funkenstrecke überging. Sobald jedoch die zu untersuchende Substanz belichtet wurde, sank das Entladungspotential an dieser Stelle so bedeutend, dass sich die Elektrizitäten ausschliesslich hier ausglichen. Zu gleicher Zeit war die von E. Wiedemann und H. Ebert beobachtete Änderung der Höhe und des Charakters des Tones wahrnehmbar. Diese Methode hat den grossen Vorzug, dass sie leicht ausführbar und schnell eine Entscheidung liefert, ob ein Körper lichtempfindlich ist oder nicht; ihr haftet jedoch der Nachteil an, dass sie nur in wenig Fällen, wo die Oberfläche nicht leicht zerstäubt, Messungen gestattet. Ich habe daher hauptsächlich die zweite Methode in der von Elster und Geitel[3]) gegebenen Form angewandt. In einem an der einen Seite schräg abgeschnittenen kleinen Kasten befand sich ein rundes, stark oxydiertes Eisenblech von 4 cm Durchmesser, das vermittelst zweier Siegellackstangen gut isoliert war. Von demselben führte ein Draht zu einem Hankel'schen bez. Hallwachs'schen Elektrometer. Gegenüber dem Eisenblech war ein Drahtnetz aus Eisen angebracht, welches mit der Elektrizitätsquelle vermittelst eines Paraffincommutators in Verbindung stand. Als Elektrizitätsquelle diente eine grosse Accumulatorenbatterie in der von Zehnder[4]) beschriebenen Form. Auf dem Kasten befand sich ein mit einem Quarzfenster versehener Deckel; das ganze war mit Stanniol bewickelt und stand mit der Erde in leitender Verbindung. Die Versuche wurden in der Weise ange-

1) E. Wiedemann, E. H. Ebert, Wied. Ann. 33 p. 240 1888.
2) Righi Journ. de Phys. I p. 153 1888.
3) Elster und Geitel, Wied. Ann. 38 p. 507.
4) Zehnder. Wied. Ann. 60 p. 47.

stellt, dass das Drahtnetz auf ein bestimmtes Potential geladen wurde, während die zu untersuchende Substanz mit der Erde in leitender Verbindung stand. Hob man die Erdleitung auf, so ging beim Bestrahlen der Substanz ein Strom von dem Drahtnetz nach der Substanz über, und das Elektrometer gab einen Ausschlag. Da das Verfahren von Elster und Geitel ausführlich beschrieben worden ist, so mögen diese kurzen Angaben genügen.

Untersuchte Substanzen: Die Substanzen, welche ich zur Untersuchung benutzte, waren teils flüssige Lösungen, hauptsächlich von Anilinfarbstoffen, teils die festen Lösungen, welche früher[1]) auf ihre Fluorescenz geprüft worden sind. Eine Reihe Präparate war mir auch von Dr. Arnold[2]) zur Verfügung gestellt worden. In betreff der Reinigung und Darstellung der Substanzen sei auf die früheren Abhandlungen verwiesen.

Resultate: I. Flüssige Lösungen:

Fuchsin ist in wässriger Lösung sehr lichtelektrisch empfindlich, in Äthyl-, Amylalkohol und in Aceton dagegen garnicht. Der Einfluss der Konzentration in wässeriger Lösung macht sich in der Weise geltend, dass die Lichtempfindlichkeit ungefähr proportional $\sqrt{\text{konzen.}}$ ist, also so wie es die Dissociationsisotherme erwarten lässt. Die Gesamtheit der Beobachtungen spricht dafür, dass beim Fuchsin die Lichtempfindlichkeit an die Jonen gebunden ist.

Methylviolett. Da sich dieser Farbstoff in seiner Konstitution vom Fuchsin nur dadurch unterscheidet, dass die Wasserstoffatome durch die Gruppe Methyl ersetzt sind, so wäre zu erwarten gewesen, dass er sich in seinem photoelektrischen Verhalten dem Fuchsin völlig analog verhalten würde. Die wässerige Lösung zerstreute die negative Elektrizität am stärksten. In Äthyl-, Amylalkohol und in Aceton war jedoch die Lichtempfindlichkeit auch sehr gross, so dass jedenfalls hier auch die unzersetzten Moleküle lichtelektrisch empfindlich sind.

Eosin. Die ausführlichsten Beobachtungsreihen habe ich mit diesem Farbstoff angestellt, da sich mit demselben am schärfsten der Nachweis führen lässt, ob Fluorescenz, Jonisation

1) E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. 54 p. 604 und 56 p. 201.

2) Arnold, Wied. Ann. 61 p. 313.

im Zusammenhang mit der photoelektrischen Empfindlichkeit stehen.

Die wässerige Lösung von Eosin zerstreut die negative Elektrizität mittelstark. Zusatz von Jodkalium, Jodnatrium, Chlornatrium, Bromkalium, Kaliumhydrat und Säuren, welche alle die Jonisation und die Fluorescenz stark zurückdrängen, bewirken kaum eine Verminderung der lichtelektrischen Empfindlichkeit. Das Eosin zerstreut auch in äthyl-, amylalkoholischer und in Aceton-Lösung die negative Elektrizität. Ein Zusammenhang zwischen Jonisation, Fluorescenz und photoelektrischer Empfindlichkeit besteht beim Eosin sicher nicht.

Magdalarot fluoresciert in Alkohol, Amylalkohol und Aceton sehr stark, nur die ersteren beiden Lösungen waren lichtelektrisch empfindlich, die letztere nicht.

Auch die übrigen untersuchten Farbstoffe Martiusgelb, Malachitgrün und Äthylorange liessen keinen Zusammenhang zwischen Fluorescenz, Jonisation und photoelektrischer Empfindlichkeit erkennen.

In betreff der erhaltenen Zahlen verweise ich auf meine ausführliche Abhandlung.

II. Einheitliche feste Körper: Die Zahl der bisher gefundenen lichtelektrischen Körper ist eine so geringe, dass sich allgemeine Schlüsse, in welchem Zusammenhang diese Erscheinung mit anderen optischen oder elektrischen steht, nicht ziehen lässt. Ich habe daher noch eine grosse Anzahl von Substanzen untersucht. Wenn dieselben, leiteten habe ich sie nach beiden oben beschriebenen Methoden, von denen ich die von den Herrn E. Wiedemann und H. Ebert die dynamische, die von Elster und Geitel die statische nenne, geprüft. Um die Regelmässigkeiten zu erläutern, führe ich nur Beispiele an, da sich die meisten der untersuchten Körper diesen völlig analog verhalten.

Da von manchen Forschern die Zerstreuung der negativen Elektrizität auf chemische Prozesse zurückgeführt worden ist, so habe ich mein Augenmerk gerade auf solche Körper gelenkt, welche sich durch Licht oder Kathodenstrahlen zersetzen. Es gehören hierhin die Alkalihalogenide, ferner die Verbindungen des Silbers und Quecksilbers mit Chlor, Brom, Jod und Fluor.

Resultate: Chlornatrium, Bromnatrium, Jodnatrium und Fluornatrium und die entsprechenden Kaliumverbindungen sind

lichtelektrisch unempfindlich, die Haloidsalze des Silbers zerstreuen dagegen die Elektrizität sehr stark. Quecksilberchlorür und Bleibromid sind nach der dynamischen Methode untersucht stark lichtelektrisch empfindlich, nach der statischen Methode dagegen nicht. Alle diese Körper fluorescieren, so dass ein Zusammenhang zwischen Fluorescenz und Photoelektrizität auch bei diesen Körpern nicht besteht.

Dagegen zerstreuen eine Reihe von solchen Körpern, welche weder durch Licht- oder Kathodenstrahlen zersetzt werden, noch fluorescieren die negative Elektrizität sehr stark. Es gehören hierhin Kupferoxyd, Kupfersulfid, Eisensulfid (schwach), Chromsulfid u. s. w.; ferner die prachtvoll fluorescierende Sidot'sche Blende (Schwefelzink). Nach der dynamischen Methode untersucht, sind dagegen alle Körper, soweit sie das Licht absorbieren, lichtelektrisch empfindlich mit Ausnahme der Uran- und Thoriumverbindungen (siehe später) so dass sich der Satz aussprechen lässt, dass das Zerstreuungsvermögen der negativen Elektrizität eine fast allen Körpern gemeinsame Eigenschaft sei.

Eine Zerstreuung der positiven Elektrizität durch das Licht habe ich niemals beobachten können.

Uran und Thorsalze. Die Uransalze und das Uranmetall sind eingehend von Becquerel untersucht worden. Dieselben zerstreuen die positive und negative Elektrizität gleich gut und zwar schon im Dunkeln. Da die Möglichkeit vorlag, dass dieselben lichtelektrisch empfindlich seien, so habe ich sie hieraufhin geprüft. Zu dem Zweck wurden einmal die Ausschläge des Elektrometers in der Dunkelheit und das andere Mal bei Belichtung mit ultraviolettem Licht gemessen. Dieselben waren in beiden Fällen gleich gross, gleichgiltig ob das Uransalz positiv oder negativ geladen war. Auch nach der dynamischen Methode konnte ich nie einen Einfluss des Lichts beobachten. Ähnlich den Uransalzen verhalten sich die Salze des Thoriums. Zur Untersuchung kam Thoroxyd, Thorsulfat und Thornitrat. Alle drei Verbindungen zerstreuen die positive Elektrizität ebenso stark als die negative, was man sowohl beobachten konnte, wenn man die Salze einem geladenen Exner'schen Elektroskop näherte, als auch indem man sie auf den dem Drahtnetz gegenüber befindlichen Teller legte (Anordnung von Elster und Geitel).

Ein Einfluss des Lichts war nicht nachzuweisen. Die Uran- und Thorverbindungen sind die einzigsten Körper, welche, obwohl sie das ultraviolette Licht stark absorbieren, dennoch lichtelektrisch unempfindlich sind. Keine von den anderen untersuchten Elementen, Wismuth, Blei, Quecksilber u. s. w. und deren Verbindungen zeigten dasselbe Verhalten wie Uran und Thor. Es scheint daher diese Eigenschaft an das hohe Atomgewicht, Uran = 240 und Thorium = 232, gebunden zu sein.

Da sich Thor dem Uran in lichtelektrischer Hinsicht völlig analog verhält, so lag die Vermutung nahe, dass das erstere ebenfalls Strahlen aussenden würde, wie das metallische Uran und dessen Verbindungen. Um diese Annahme zu prüfen wurde eine photographische Platte in Papier gewickelt, darauf ein Kreuz aus Kupfer gelegt und durch Thoroxyd, Thorsulfat und Thornitrat bestrahlt. Nach zwei Tagen wurde ein vollständiges Bild des Kreuzes erhalten; meine Vermutung ist daher bestätigt worden. Ich beabsichtige diese neuen Strahlen noch etwas weiter zu verfolgen.

Feste Lösungen: Von den vielen festen Lösungen, welche ich untersucht habe, teile ich nur einige wenige mit, da fast alle mit Ausnahme einiger Oxyde und Sulfide die negative Elektrizität unter dem Einfluss des Lichts nicht zerstreuen.

Nicht lichtelektrisch empfindlich waren die prachtvoll fluorescierenden festen Lösungen von Mangansulfat in Calciumsulfat, Magnesiumsulfat, Natriumsulfat, Zinksulfat, Cadmiumsulfat u. s. w., sowie die Bestandteile der festen Lösungen an und für sich, ferner Calciumsulfid, Bariumsulfid und Strontiumsulfid, sowie die festen Lösungen von Wismuthsulfid, Silbersulfid, Eisensulfid, Tellursulfid in den oben genannten drei Lösungsmitteln. Stark lichtelektrisch empfindlich dagegen waren alle festen Lösungen, welche Kupfersulfid, Kupferoxyd, Chromsulfid und Caesiumsulfid enthielten. Die festen Lösungen, deren einer Bestandteil ein Uransalz war, zerstreuten die positive und negative Elektrizität gleich gut, waren aber nicht lichtelektrisch empfindlich.

Aus allen Messungen lassen sich einige Regelmässigkeiten entnehmen:

1. Die festen Lösungen lichtelektrisch unempfindlicher Körper sind ebenfalls lichtelektrisch unempfindlich. Das Magnesiumsulfat und Magansulfat sind z. B. lichtelektrisch unempfindlich und

ebenso ist es die feste Lösung $MgSO_4 + xMnSO_4$. Ein Zusammenhang zwischen Fluorescenz und Photoelektrzität lässt sich nicht erkennen.

2. Körper, welche lichtelektrisch empfindlich sind, behalten diese Eigenschaft auch in fester Lösung bei. Kupfersulfid und Kupferoxyd zerstreuen z. B. die negative Elektrizität sehr stark, ebenso thun dies die festen Lösungen $CaS + xCu_2S$, $BaS + xCu_2S$. $Al_2O_3 + xCuO$ u. s. w. Ersetzt man das Kupfersulfid durch das unempfindliche Wismuthsulfid, so ist die feste Lösung nicht mehr lichtelektrisch empfindlich. Die von Elster und Geitel entdeckte Thatsache, dass die Balmain'sche Leuchtfarbe die negative Elektrizität unter dem Einfluss des Lichtes stark zerstreut, rührt daher sicherlich von ihrem Gehalt an Kupfersulfid her.

3. Die festen Lösungen, welche Uransalze enthalten, sind lichtelektrisch unempfindlich; sie zerstreuen aber schon in der Dunkelheit die positive und negative Elektrizität.

Während die bisher mitgeteilten Beobachtungen nicht zu Gunsten der Hypothese von Elster und Geitel, dass Fluorescenz und lichtelektrische Empfindlichkeit parallel gehen, sprechen, gilt dieser Satz häufig für die mit Kathodenstrahlen behandelten Stoffe, falls man für Fluorescenz Thermoluminescenz einsetzt. Bei der Untersuchung einer grossen Anzahl von Präparaten — reinen Stoffen und festen Lösungen — hat sich vielfach der Satz bestätigt gefunden, dass diejenigen Körper, welche nach der Bestrahlung mit Kathodenstrahlen am intensivsten aufleuchten, auch die negative Elektrizität unter dem Einfluss des Lichts am stärksten zerstreuen. Doch ist in allen Fällen — mit Ausnahme der von Elster und Geitel untersuchten Subchloriden der Alkalimetalle — die photoelektrische Empfindlichkeit der mit Kathodenstrahlen behandelten Stoffe eine sehr geringe.

Die Bestimmung der Kohlehydrate (Zucker, Stärke, Dextrin) in beliebten Nahrungs- und Genussmitteln vermittelst einer leicht ausführbaren Methode.

Ein Beitrag zur rationellen Ernährung von Zuckerkranken.

Von Franz Grommes.

Die folgenden Untersuchungen sind auf Veranlassung und mit freundlicher Unterstützung des Herrn Professor Dr. Fleischer im Laboratorium der medizinischen Klinik zu Erlangen angestellt worden.

Im Anschluss an eine Dissertation von L. Lewinski: „Über den Zuckergehalt der vorwiegend zur Brodfabrikation verwendeten Mehle, sowie der aus ihnen dargestellten Backwaren mit besonderer Berücksichtigung derselben für ihre Auswahl beim Diabetes mellitus,“ veranlasste mich Herr Professor Dr. Fleischer, die für die Diätetik des Diabetikers so hochwichtige Frage auch durch die Untersuchung einiger Nahrungsmittel, die bei der Ernährung von Gesunden und Kranken, namentlich der an Diabetes mellitus leidenden Kranken, eine bedeutende Rolle spielen, der Lösung etwas näher zu bringen.

Früher schon hatte ein Kollege Namens Arthur Seiler aus Seifhennersdorf auf Anregung des Herrn Prof. Fleischer eine Reihe von Untersuchungen zu diesem Zwecke angestellt, die nachstehend mitgeteilt werden. Leider war es dem überaus fleissigen und gewissenhaften Kollegen nicht vergönnt, die Resultate seiner mit grossem Eifer begonnenen und ausgeführten Untersuchungen in seiner Doktordisserdation zu publizieren, da er kurz vor dem Staatsexamen einem schnell fortschreitenden Lungenleiden erlegen ist.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Therapie des unter dem Namen „Diabetes mellitus“ bekannten Krankheitsbildes eine sehr schwierige ist, einmal, weil man bis heute über das eigentliche Wesen und die letzte Ursache dieser eigentümlichen Krankheit trotz gewissenhaftester und genauester Untersuchung und Forschung noch vollständig im Unklaren ist; dann

weil die Krankheit in so mannigfacher und verschiedener Form auftritt. Hat man bei dem einen Patienten durch Beobachtung einer gewissen Therapie gute Erfolge erzielt, so lässt einen dieselbe Behandlung bei dem zweiten Patienten vollständig im Stiche. Berge von Litteratur haben sich angehäuft, in denen die Therapie des Diabetes mellitus in erschöpfendster Weise behandelt wird, und doch hat man bis heute noch kein Specificum gegen die Krankheit entdecken können, welches allen Ansprüchen genügte.

Seit einer Reihe von Jahren hat man mit „Seegen“ zwei Formen des Diabetes mellitus unterschieden, und zwar eine leichtere und eine schwerere Form: bei einer Anzahl von Kranken, vornehmlich den mit langsam sich entwickelnder Krankheit, die in ihrer Konstitution noch nicht erheblich heruntergekommen sind, führt die gänzliche Abstinenz von zucker- und stärkemehlhaltiger Nahrung entweder zu einer Abnahme oder zu völligem Schwund der Zuckerausscheidung und der übrigen Symptome der Krankheit. Bei einer andern Reihe von Kranken, und dies sind meist die vorgerückteren, plötzlich oder wenigstens sich schneller abspielenden Fälle ist die Einhaltung einer absoluten Fleischdiät ohne, oder nur von geringem Einfluss auf die Ausscheidung des Zuckers und damit auf den übrigen Verlauf der Krankheit. Ob dieser Unterschied zu Recht besteht und ob es sich hier nicht blos um dasselbe pathologische Bild handelt, das von einem leichteren initialen allmählich in ein schwereres terminales Stadium übergeht, wagt Schreiber dieses nicht zu entscheiden. Jedenfalls ist dieser Übergang oft direkt beobachtet worden, und es ist also für die Therapie von grossem Werte, möglichst früh die Diagnose sicher zu stellen, um ein Fortschreiten und darum die Therapie erschwerendes Moment der Krankheit zu verhindern.

Was nun den Einfluss einer reinen Fleischdiät oder der Opiate auf die Zuckerausscheidung im Harn anbelangt, so ist man sich heute darüber klar, dass dies Massregeln sind, welche die Kranken auf die Dauer nicht ertragen können. Ja diese Therapie führt in vielen Fällen mehr Nachteile mit sich, als sie Vorteile bringt. Denn, was hilft es dem Patienten, bei strenger Fleischdiät zwar seinen Zucker zu verlieren, dabei aber an Gewicht abzunehmen und in seinem Kräftezustand mehr und mehr herunterzukommen? Und mit Recht sagt „Dickinson“ vom Opium und verwandten Stoffen, seine Anwendung habe durch die damit

verbundenen unausbleiblichen Nachteile bisher mehr Patienten getötet, als geheilt. (C. A. Ewald.)

Betreffs der sogenannten Diabetesdiät, also der reinen Fleischdiät, ist noch Folgendes zu bemerken: Ursprünglich von „Rollo“ ohne Kenntnis der chemischen Beziehungen zwischen dem Harnzucker und der Nahrung mit grossem Erfolge in die Praxis eingeführt und von „Cantani“ lebhaft befürwortet, hat man mit zunehmender Erkenntnis des Chemismus der Zuckerbildung die Theorie von der Schädlichkeit der Kohlehydrate ausgebildet, ohne zu beachten oder zu wissen, dass auch aus den Eiweisskörpern bei ihrer Zerlegung Glycogen respektive Zucker gebildet werden kann. (Schwere Form des Diabetes mellitus.) Es ist nun aber keine Thatsache bekannt, die darauf hinwiese, dass dieses Glycogen, respektive Zucker, sich in irgend einer Weise von dem aus Kohlehydraten gebildeten unterschiede. Claude-Bernard sagt geradezu: „inwieweit und wie direkt der Zucker Diabeteskranker von der Nahrung abhängt und durch dieselbe beeinflusst wird, ist eine Frage, die sich heute noch nicht lösen lässt“; und infolge dessen müsse er die exklusive und auf die Spitze getriebene Diabetesdiät missbilligen und verwerfen. Also es ist sicher, dass selbst die strenge Diabetesdiät nur einen Teil, allerdings den grössten Teil der Zuckerbildner abschneidet und dadurch die Quelle des Zuckers zwar beschränkt, aber nicht aufhebt. Wenn man berechnen würde, wie viel Glycogen respektive Zucker aus dem Eiweiss, welches ein Diabetiker, dessen Zucker bei reiner Fleischdiät geschwunden ist, zu sich nimmt, gebildet werden kann, und würde ihm nun die entsprechende Menge Kohlehydrate geben, so müsste auch dann die Zuckerausscheidung inhibiert bleiben. Die Resultate, welche „von Düring“ mit einer gemischten, aber sehr knapp bemessenen Diät erhalten hat, zeigen, dass die absolute Entziehung der Kohlehydrate, speziell des Brodes, zum wenigsten in den leichten und mittleren Fällen von Diabetes eine unnütze Grausamkeit ist, deren man sich dem armen Diabetiker gegenüber schuldig macht. Es kommt nur darauf an, das Verhältnis zwischen animalischer und vegetabilischer Diät so zu wählen, dass die Zufuhr von Zuckerbildnern dem Masse entspricht, welches der Organismus bewältigen kann. Unsere Aufgabe soll es freilich sein, die Glycosurie, soweit sich dies durch die Art der Nahrung erreichen lässt, herabzusetzen

2*

respektive zum Schwinden zu bringen, denn die Zuckerausscheidung ist für uns das greifbare Symptom, nach dem wir die Schwere und den Verlauf der Krankheit abmessen. Aber es fragt sich, ob wir dies Ziel auf Kosten des Gesamtbefindens des Kranken erreichen und unter allen Umständen erzwingen sollen, oder ob wir eine geringe Zuckerausfuhr in den Kauf nehmen dürfen, wenn wir dafür ein gesteigertes Wohlbefinden und keine erkennbare Schädigung des Patienten eintauschen. (C. A. Ewald.)

v. Strümpell-Erlangen steht auf demselben Standpunkte. Er sagt in seiner „Speziellen Pathologie und Therapie der innern Krankheiten" 1895. II. S. 575: „Was die Zufuhr von Kohlehydraten betrifft, so betonen wir, dass wir uns der Meinung derjenigen Ärzte, welche in einem strengen völligen Verbot der Kohlehydrate alles Heil bei der Diabetesbehandlung erblicken, nicht anschliessen können. Vielmehr glauben wir nach unsern Erfahrungen, dass ein geringer Genuss von Kohlehydraten den Diabetikern keineswegs schadet, während eine ausschliessliche Fleisch- und Fettdiät das Allgemeinbefinden der Kranken zuweilen nicht unerheblich beeinträchtigt. Überhaupt soll die Diät der Diabetiker nicht nach einer allgemeinen Regel, sondern nach den besondern Verhältnissen des einzelnen Falles (Konstitution, Ernährungszustand, Grösse der Zuckerausscheidung und dergleichen) bestimmt werden.

Im Vorhergehenden dürfte bewiesen sein, dass man heute auf dem Standpunkte steht, wenigstens in den leichten und mittleren Fällen von Diabetes mellitus ein gewisses Mass von Kohlehydraten zu gestatten, und zwar einmal, um den Patienten in Bezug auf sein Allgemeinbefinden bei Kräften zu erhalten, dann aber auch, um ihm Abwechselung in der sonst einseitigen Diät zu bieten und ihm nicht die Nahrungsmittel zu entziehen, die bekanntermassen die an Diabetes mellitus Leidenden sehr schmerzlich vermissen, wie Brod und dergleichen. Es fragt sich nun, wie kann der behandelnde Arzt dies am zweckmässigsten erreichen? Vor allen Dingen gehört zur erfolgreichen Durchführung dieser Therapie eine genaue Kenntnis der Nahrungsmittel in Bezug auf ihren Gehalt an Kohlehydraten und zwar solcher Kohlehydrate, die für den Diabetiker direkt schädlich sind, wie Zucker (Dextrose), Stärke und Dextrin. Im allgemeinen kennt man den Gehalt der Nahrungsmittel an diesen

Kohlehydraten. Doch sind die gefundenen Resultate deshalb für den Praktiker von zweifelhaftem Werte, weil sie einerseits nicht immer ganz bestimmte Sorten von Nahrungsmitteln, sondern Gruppen derselben umfassen und andererseits der Gehalt bestimmter Nahrungsmittel, weil vom Boden, Klima, Witterung und Zubereitung abhängig, in verschiedenen Gegenden verschieden ist. Gerade diese Umstände erschienen mir hinreichend, um im Folgenden zu versuchen, eine einfache und leichte Methode zur quantitativen Untersuchung der Nahrungsmittel auf diese schädlichen Kohlehydrate zu geben, eine Methode, die jeder praktische Arzt bei einiger Übung mit den einfachsten Apparaten leicht und sicher ausführen kann.

Von den mannigfachen Nahrungsmitteln, die mir zu Gebote standen, habe ich auf Rat des Herrn Professor Dr. Fleischer und nach Vorgang des Eingangs erwähnten verstorbenen Herrn cand. med. Seiler Bier und andere Alcoholica, Obst und Gemüse auf Zucker (Dextrose) und als Erweiterung und Ergänzung der in der Einleitung angeführten Dissertation von L. Levinski auch die verschiedenen Mehle und Brodsorten auf Stärke und Dextrin quantitativ untersucht.

Zur Bestimmung des quantitativen Zuckergehaltes habe ich mich bei allen Untersuchungen ausnahmslos des Fleischerschen Apparates bedient, der bei leichter und bequemer Handhabung sehr sichere Resultate ergiebt. Der genannte Apparat basiert auf dem Prinzip der Zersetzung des Traubenzuckers durch Hefe, durch die derselbe in Alcohol und Kohlensäure zerlegt wird Alle Untersuchungen haben das gemeinsam, dass die schädlichen Kohlehydrate zunächst in Dextrose umgewandelt und dann die erhaltene Dextrose quantitativ bestimmt wurde.

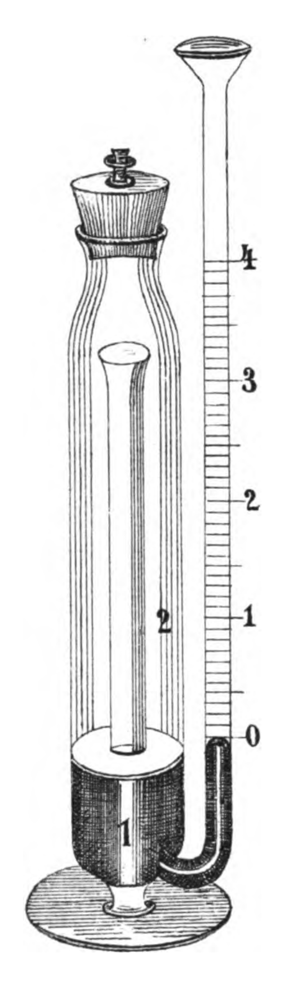
I.

Beschreibung des Fleischerschen Apparates im Anschluss an die beigegebene Figur und Gang der Untersuchung der Flüssigkeiten auf Traubenzucker.

Bevor man die quantitative Bestimmung des Zuckers in einer zu untersuchenden Flüssigkeit ausführt, empfiehlt es sich, ungefähr zu konstatieren, ob dieselbe grössere oder mittlere Mengen von Zucker enthält, da im erstern Falle die Flüssigkeit zweckmässig vor der Einfüllung in den Apparat mit destilliertem Wasser

verdünnt wird. Zeigt die eventuell mit Tierkohle entfärbte Flüssigkeit bei stärkerem Kochen mit Kali- oder Natronlauge eine braune bis braunschwarze Färbung, so verdünnt man dieselbe mit der gleichen respektive doppelten Menge destillierten Wassers. Giebt die Flüssigkeit bei der Kalikochprobe nur gelbe oder ganz schwache Braunfärbung, so ist die Verdünnung mit Wasser unnötig. Um von dem wechselnden Barometerdruck und den Schwankungen der Temperatur unabhängig zu sein, wird dem Apparat zur quantitativen Zuckerbestimmung ein ganz gleicher beigefügt, der in der gleichen Weise wie der erste statt mit der zu untersuchenden Flüssigkeit mit einer 1%igen Traubenzuckerlösung gefüllt wird. Diese Lösung, die jeder Apotheker anfertigen kann und die 1% Zucker (1 Ccm = 0,01 Dextrose) enthalten soll, muss alle drei bis vier Wochen neu angefertigt und in einem dunklen Glase an einem kühlen Orte aufbewahrt werden.

Die Untersuchung wird nun in folgender Weise ausgeführt: Man füllt in beiden Apparaten den mit 1 bezeichneten Raum (s. Abbildung) mit reinem metallischem Quecksilber bis zur Marke 0. Von der zu untersuchenden Flüssigkeit wird jedesmal 1 ccm (bei Verdünnung mit destilliertem Wasser entspricht dies einem ½ ccm) in ein kleines Bechergläschen gebracht, dann werden ca. 2 Gramm frische Presshefe hinzugefügt und 20 ccm lauwarmen Wassers hinzugesetzt. Die ganze Menge wird dann möglichst vollständig in den Raum 2 des Zuckerbestimmungsapparates gebracht und der im Bechergläschen etwa noch vorhandene Rest mit wenig Wasser in den Apparat hinübergespült. Dann wird der Apparat mit dem Gummikork, dessen Schraube anfangs noch gelöst ist, verschlossen und durch die Anziehung der Schraube völlig luftdicht abgeschlossen. In ganz gleicher Weise wird der Kontroll-Apparat gefüllt, nur dass statt des 1 ccm der untersuchenden Flüssigkeit 1 ccm der 1%igen Zuckerlösung zu verwenden ist. Beide Apparate werden dann an einen warmen Ort gestellt und bleiben 24 Stunden bei einer Temperatur von ungefähr 38—40° Celsius ruhig stehen. Die gebildete Kohlensäure steigt als Gas in den obern Teil des Cylinders und übt einen Druck auf die Quecksilbersäule aus. Entsprechend der gebildeten Kohlensäuremenge, die wiederum von dem Zuckergehalte der betreffenden Lösung abhängig ist,



Lith. Eisenhardt, Erlangen.

steigt das Quecksilber mehr oder weniger über den Nullpunkt hinaus. Durch Vergleichen des Quecksilberstandes in beiden Röhren bestimmt man leicht den Zuckergehalt der zu untersuchenden Flüssigkeit. Steht z. B. das Quecksilber im Apparat doppelt so hoch, als im Kontrollapparat, in dem 1 ccm 1%ige Zuckerlösung sich befindet, so enthält die Flüssigkeit 0,02 Gramm also 2% Zucker.

Auf diese Art wurde der Zuckergehalt folgender Flüssigkeiten ermittelt. Die mit einem Sternchen versehenen Zahlen sind die durch die Untersuchungen des Herrn cand. med. Seiler ermittelten Resultate:

Hübners-Bier (Erlangen)	1,576*—	1,438%
Münchner Salvator		2,765%
Lichtenhainer	0,423*—	0,476%
Reifsches Bier	1,863*—	1,754%
Kulmbacher Bier	0,913*—	0,944%
Malaga (Poliklinik)	11,73* —	12,64%
Ruster Ausbruch (Adlerapotheke)		18,96%
Achaia (Scholl)		23,45%
Cognac (Scholl)	1,72*	
Cognac (Reuel)		1,43%
Ital. Rotwein	0,63*	
Wachenheimer (Klinik)	0,87* —	0,643%
Niersteiner (Rimrod)	0,56* —	0,479%
Bordeaux (Scholl)	1,71* —	0,842%
Barletta	0,76*	
Sherry (süss)	2,56* —	2,853%
Sherry (herb)	1,12* —	1,34%
Portwein (weiss)	4,56* —	4,71%

Vorstehende Zahlen sind das arithmetische Mittel aus den Resultaten von je drei Untersuchungen: z. B. Sherry (süss)

Versuch	I.	II.	III.	
1 ccm =	0,0286	0,03	0,027	I. 2,86
10 ccm =	0,286	0,3	0,27	II. 3,00
100 ccm =	2,86	3,0	2,7	III. 2,7
				I. + II. + III. = 8,56
				1 = 2,853.

II.

Gang der quantitativen Untersuchung auf Zucker der festen Nahrungsmittel.

Vor der quantitativen Zuckerbestimmung wurde jedesmal zuerst die qualitative Untersuchung ausgeführt und zwar vermittelst der Trommerschen und Nylanderschen Probe. Eine kleine Menge des zu untersuchenden Gegenstandes z. B. roher Kartoffeln versetzte ich in feingeschabtem Zustande mit ungefähr 20 ccm destillierten Wassers und liess dieses Gemisch einige Stunden bei einer Temperatur von ca 35° Celsius stehen; darauf untersuchte ich das Filtrat qualitativ auf Traubenzucker. Fiel die Probe positiv aus, so schloss ich die quantitative Zuckerbestimmung an:

Es wurden von den Kartoffeln eine gewisse Menge, etwa 30—40 Gramm geschält, feingeschabt und mit etwa 100 cbcm destillierten Wassers versetzt und einige Stunden bei 35—40° C. stehen gelassen. Dann wurde filtriert und der Rückstand von neuem mit etwa 75—100 cbcm Wasser versetzt. Dieser Prozess wurde solange wiederholt, bis die qualitativen Proben negativ ausfielen. Nun enthielten die erhaltenen Filtrate den gesamten Zuckergehalt der in Arbeit genommenen Menge Kartoffeln, deren Gewicht ja bekannt war. Es wurde nun die Menge des Filtrates bestimmt und davon wieder ein gewisses Quantum nach der unter I. angegebenen Methode quantitativ auf Zucker bestimmt. Durch Umrechnen der gefundenen Zuckermenge auf 100 Gramm geschälter Kartoffeln erhielt ich dann den genauen Zuckergehalt.

Bei diesem Gang der Untersuchung entstand aber eine Fehlerquelle insofern, als bei der jedesmaligen qualitativen Zuckerprobe dem Filtrat eine gewisse Menge der Lösung entzogen wurde, die natürlich auch eine bestimmte Menge Zucker enthielt. Um daher ein genaues Resultat zu erhalten, wurde noch ein zweites Quantum Kartoffeln von demselben Gewichte und demselben Grad der Zerkleinerung unter ganz gleichen Bedingungen untersucht. Ergab nun das Filtrat des ersten Quantums keine Zuckerreaktion mehr, so konnte man sicher sein, auch in dem zweiten Quantum den gesamten Zuckergehalt der Kartoffeln zu haben. Dieses Quantum wurde dann zur Zuckerbestimmung benutzt, nachdem

man sich noch überzeugt hatte, dass der Filterrückstand keinen Zucker mehr enthielt.

Auch bei der Untersuchung der festen Nahrungsmittel wurden jedesmal drei Proben gemacht und aus ihnen das arithmetische Mittel gezogen. Auf diese Weise wurde der Zuckergehalt folgender Nahrungsmittel bestimmt:

Kartoffeln roh	2,876* — 2,634%
Kartoffeln gekocht	2,037* — 1,873%
Möhren	7,21%*
Apfelsinenschalen	14,57%*
Citronenschalen	18,96%*
Citrone ohne Schale	3,133%
Apfelsine ohne Schale	24,64* —22,976%
Birnen	14,259%*—16,375%
Äpfel	12,153*—14,919%
Pflaumen	4,17%
Datteln	64,27% —58,84%.

III.

Untersuchung verschiedener Mehle und Brodarten auf Stärke und Dextringehalt.

Etwas schwieriger und umständlicher gestaltet sich der Gang der Untersuchung der Mehle und Brodsorten auf Stärke und Dextrin durch die Notwendigkeit, erst Stärke und Dextrin in Zucker umwandeln zu müssen.

Es wäre nun am idealsten gewesen, zur Umwandlung dieser Kohlehydrate in Zucker diejenigen chemischen Fermente zu verwenden, die auch im lebenden Organismus diese Umwandlung besorgen, und Schreiber dieses versuchte zunächst vermittelst des „Pancreatins“ die Umwandlung von Stärke und Dextrin herbeizuführen und aus dem gefundenen Traubenzucker den Gehalt an Stärke und Dextrin zu berechnen. Doch führten diese Versuche aus verschiedenen Gründen nicht zum gewünschten Resultate. Einmal ist das Pancreatin, wie man es aus den chemischen Fabriken bezieht, ein Präparat, welches immer noch selbst eine gewisse Menge von Traubenzucker enthält; man muss also zunächst den Zuckergehalt des Pancreatins selbst bestimmen und

nachher in Abrechnung bringen. Ferner erhält man bei der Umwandlung der Stärke nicht sofort Dextrose, sondern die um ein H_2O-Molekül ärmere Maltose, und auch dieser Umstand erschwert sehr die Zuckerbestimmung. Es ergab sich also die Notwendigkeit eine andere, leichtere Methode zu suchen, die bei gleicher Güte auf weniger umständlichem Wege zum Ziele führt: Die gewählte Methode beruht auf der Thatsache, dass Stärke und Dextrin beim Kochen mit verdünnten Säuren in Dextrose übergeführt werden, und zwar entsprechen nach „Fresenius“ 100 Teile Traubenzucker etwa 90 Teilen Stärke.

In Fresenius: „Analytische Chemie“ giebt R. Sachse folgende Vorschrift: „Erhitze $2{,}_5$—$3{,}_0$ Stärkemehl in einem Kolben mit 200 ccm destillierten Wassers und 20 ccm Salzsäure von $1{,}_{125}$ spec. Gewicht drei Stunden lang in lebhaft kochendem Wasserbade. Die Umwandlung ist dann eine vollkommene, d. h. keine Abänderung des Verhältnisses, das zwischen Wasser, Säure, Zeit und Wärme besteht, vermag aus dem bestimmten Gewichte Stärkemehl mehr Traubenzucker zu erzeugen, als bei Einhaltung obiger Regeln erzeugt wird. Nach beendigter Erhitzung filtriert man, neutralisiert fast vollständig mit Natronlauge, verdünnt auf 500 cbcm und bestimmt die Dextrose. Nach dieser Vorschrift wurden folgende Mehle untersucht:

Roggenmehl, Griesmehl, Weizenmehl, Gerstenmehl, Hafermehl und Maismehl.

Die Mehle wurden zunächst 24 Stunden bei einer Temperatur von 38° Celsius im Brütofen getrocknet und dann jedesmal drei Gramm mit 200 Gramm destilliertem Wasser und 20 cbcm Salzsäure von $1{,}_{125}$ spezifischem Gewicht verarbeitet. Nach dreistündigem Kochen, bei dem das verdampfende Wasser immer wieder ersetzt wurde, ergab eine Reaktion auf etwa noch vorhandene Stärke mit der Lugolschen Jodlösung: (Jod $1{,}_0$ Kal. jodati $2{,}_0$ Aqu. dest. $100{,}_0$) ein negatives Resultat. Es war also die ganze Stärke in Traubenzucker übergeführt. Die Lösung wurde filtriert, mit Kalilauge neutralisiert und die Dextrose wieder nach der oben angegebenen Methode I. bestimmt.

Da nun die angegebenen Mehle sämtlich an und für sich zuckerhaltig sind, so muss man naturgemäss vorher den Gehalt an Zucker bestimmen und diesen dann von der nachher gefundenen Menge abziehen.

Auf diese Weise ergab sich folgender Zucker- beziehungsweise Stärke- (und Dextrin-)Gehalt:

Roggenmehl	enthält	1,885%	Zucker	und	60,76%	Stärke
Griesmehl	„	2,5%	„	„	63,45%	„
Weizenmehl	„	3,82%	„	„	65,36%	„
Gerstenmehl	„	5,45%	„	„	59,16%	„
Hafermehl	„	3,76%	„	„	63,52%	„
Maismehl	„	4,29%	„	„	60,92%	„

Auf die gleiche Art kann man auch den Gehalt an für den an Diabetes mellitus leidenden Kranken schädlichen Kohlehydraten in den verschiedenen Brodsorten bestimmen. Da dies ja Zucker, Stärke und Dextrin sind, so braucht sich auch die Untersuchung nur auf diese drei zu beschränken, und die unter III. angegebene Methode hat den Vorteil, diese 3 Kohlehydrate in ihrer Gesamtmenge durch eine einzige Untersuchung bestimmen zu können, sodass man von einer bestimmten Brodsorte sagen kann, sie enthält so und soviel Prozent an Stoffen, die im Organismus des Diabetikers nicht umgesetzt werden können. Der Zuckergehalt der Brodsorte wird durch die Methode nicht verändert, das Dextrin wird in Dextrose und die Stärke in Dextrin und dann in Dextrose umgewandelt. Einen Nachteil hat die Methode insofern, als auch die in wechselnder Menge in jeder Brodart vorhandene Cellulose bei längerer Einwirkung von nicht zu sehr verdünnter Säure in Dextrose übergeführt wird. Doch ist dieser Nachteil aus mehreren Gründen für die vorliegenden Untersuchungen belanglos, weil erstens zur Umwandlung der Cellulose in Traubenzucker eine bedeutend stärkere Konzentration der Säure und längere Zeitdauer des Kochens erforderlich sind, wie oben angegeben; und es zweitens bei einiger Aufmerksamkeit sehr wohl möglich ist, den richtigen Zeitpunkt zu erfassen, in dem der Umwandlungsprozess von Stärke und Dextrin vollendet ist. Sobald die oben angegebene Probe mit der Lugolschen Jodlösung auf Stärke negativ ausfällt, hört man mit dem Kochen auf. Übrigens kennt man den Cellulosegehalt der kleienreichen Brode, und auf diese kommt es ja meist an, ziemlich genau und kann ihn eventuell in Abzug bringen, wenn man solange kocht, bis auch die Cellulose ganz in Dextrose übergeführt ist. So giebt „Koenig“ den Cellulosegehalt des Kommisbrodes auf 1,51% und den des Pumpernickels auf 3% an.

Die Untersuchung der kleienarmen Brode auf Stärke und Dextringehalt giebt vermittelst der angegebenen Methode ziemlich sichere Resultate, da in ihnen nur wenig Cellulose ist und davon auch nur sehr wenig in Zucker verwandelt wird.

Untersucht wurde: Kommisbrod (hiesiges), Grahambrod, Schwarzbrod, Weissbrod, Römisches Brod, Erlanger Kipfbrod, Pumpernickel (Scholl), Thee Cakes und Diabetes-Mandelbrod.

Folgende Resultate an Zucker, sowie Stärke plus Dextrin wurden gefunden:

Kommisbrod	1,758%	Zucker;	46,36%	Stärke	und	Dextrin
Grahambrod	1,805%	"	21,76%	"	"	"
Schwarzbrod	2,514%	"	45,33%	"	"	"
Weissbrod	2,538%	"	48,69%	"	"	"
Römisches Brod	3,224%	"	42,93%	"	"	"
Erlanger Kipfbrod	3,696%	"	54,29%	"	"	"
Pumpernickel	13,559%	"	41,87%	"	"	"
Thee Cackes	4,532%	"	38,64%	"	"	"
Diabetes Mandelbrod	1,494%	"	8,51%	"	"	"

Übersichtliche Einteilung und Tabellen zur Einordnung der Mikroorganismen, speziell der Bakterien.

Von L. Heim.

Vorgetragen in der Sitzung vom 12. Juli 1897.

Von den niedern Kleinwesen kommen für uns 7 Ordnungen in Betracht:

Schizomyceten	Askomcyeten
Hyphomyceten	Phykomyceten
Blastomyceten	Basidiomyceten

Myxomyceten (Protozoën).

Unter diesen sind die beiden ersten von besonderer Bedeutung, denn sie enthalten weitaus die meisten, wegen ihrer krankheiterregenden Eigenschaften und sonst für die gesundheitlichen Verhältnisse wichtigen Arten; aber auch unter den übrigen sind Kleinwesen, die im Körper oder auf Nahrungsmitteln vorkommen können. Das hauptsächlichste Interesse beanspruchen die Schizomyceten, die man gewöhnlich und gemeinhin Bakterien nennt.

Ihre Pflanzennatur wurde von Perty 1852 und von Cohn 1854 bewiesen. Der Sammelnamen *Bakterien* stammt von Davaine und wurde namentlich durch Cohns*) Untersuchungen geläufiger und bekannter. Er drängte den Namen *Schizomyceten*, der von Naegeli stammt, ganz in den Hintergrund, nachdem er von Cohn in Anbetracht des Umstandes, dass die Bakterien keine Pilze sind, nicht angenommen worden war. Es war also die zweite Hälfte des Worts, die Cohn beanstandete, die erste Hälfte, die die Art und Weise der Vermehrung durch Spaltung zum Ausdruck

---

*) Beiträge zur Biologie der niedern Pflanzen, heraugegeben von F. Cohn. I. Bd. Breslau 1875. Heft 2. 146 und 3. 201.

druck brachte, behielt er selbst bei und empfahl die Bezeichnung *Schizophytae.* Ich habe wieder auf die Naegelische Benennung *Schizomycetes* zurückgegriffen, weil dadurch die engeren Beziehungen zu den Hyphomyceten ausgesprochen sind; und die Verwandtschaft ist thatsächlich vorhanden, besonders mit der Gattung Streptothrix. Darunter giebts Arten, die den Bakterien so ähneln, dass einige schon für (pleomorphe) Spaltpilze gehalten worden sind. Gegen die weitgehende Trennung beider Ordnungen spricht andererseits die Thatsache, dass man, wenn auch vorläufig noch vereinzelt, in jeder Familie der Spaltpilze Spezies mit fadenpilzartigen Verzweigungen gefunden hat, so bei Streptokokken; bekannter ist dies Vorkommen seit der Mitteilung C. Fraenkels bei den Diphtheriebakterien, die man deswegen gar nicht mehr unter die Bakterien rechnen wollte, ähnliche Verzweigungen sah ich bei Bact. pyocyaneum in einer Agarkultur, endlich sind bei gewissen Spirillen kurze seitliche Ausknospungen oder Abzweigungen schon wiederholt beobachtet worden (s. bei Zettnow Z. 24. 72).

Dagegen zögerte ich, die zuletzt aufgeführte Ordnung *Myxomyceten* zu nennen, da ihre Angehörigen zum Tierreich gehören. Es war hier mehr die Übersichtlichkeit in den Benennungen für die Wahl eines Namens massgebend, der bereits mehr eine historische Bedeutung hat; durch den Beisatz *Protozoën* ist der Ausdruck berichtigt.

Mit der Einteilung der Schizomyceten in drei *Familien:*

I. Coccaceae II. Bacteriaceae III. Spirillaceae

bin ich der bis jetzt allgemein gebräuchlichen gefolgt.

In der Unterscheidung und Benennung der *Gattungen* besteht bis jetzt noch keine allgemeine Übereinstimmung. Wer sich für die in dieser Hinsicht von verschiedenen Forschern gemachten Vorschläge interessiert, findet die gewünschte Übersicht in den Werken von Lehmann-Neumann S. 99 und Flügge (1. 1 und 44; 2. 67). Die bis dahin aufgestellten Systeme waren nur skizziert, niemals durchgeführt worden und sie hätten versagt, wenn man sie praktisch verwertet, d. h. wenn man versucht hätte, die bekannten Mikroorganismen darin einzureihen. Eine regelrechte Aufstellung und Durchführung einer Einteilung der Bakterien haben bisher bloss Lehmann-Neumann gebracht. Dieser schliesse ich mich mit geringen Abänderungen (bei den

Coccaceen und *Spirillaceen*) an, indem ich in den 3 Ordnungen 7 *Gattungen* unterscheide:

Ordnung	Merkmale	Gattung
I. *Coccaceae*	1. kugelförmige Zellen; Teilung nach einer Richtung des Raumes:	*Streptococcus*
	2. kugelförmige Zellen; Teilung nach zwei Richtungen des Raumes:	*Micrococcus*
	3. kugelförmige Zellen; Teilung nach drei Richtungen des Raumes:	*Sarcina*
II. *Bacteriaceae*	4. zylindrische Zellen ohne Sporenbildung:	*Bacterium*
	5. zylindrische Zellen mit Sporenbildung:	*Bacillus*
III. *Spirillaceae*	6. starre Schrauben oder Schraubenabschnitte:	*Spirillum* (*Vibrio*)
	7. biegsame, spiralig gewundne Fäden:	*Spirochaeta*

Keine geringe Schwierigkeit lag darin, die vielen einzelnen *Arten* in den Gattungen unterzubringen. Am meisten machte sie sich bei der Familie der Bacteriaceae, insbesondere bei der Gattung Bacterium geltend, weil sie bis jetzt die artreichste ist. Zur Gewinnung einer Übersicht hat man bisher die verschiedensten Merkmale genommen und danach eine Gruppierung gemacht; aber der beabsichtigte Zweck ist nur teilweise erreicht worden. Teils deshalb, weil bei jeder Gattung die Unterscheidungsmerkmale anders oder mindestens in anderer Reihenfolge aufgeführt wurden, teils weil die harmonische Abgliederung in derselben Gattung zu wünschen übrig liess, resultierte ein Mangel an Übersichtlichkeit, der noch dadurch kompliziert wurde, dass sich die bekannten Bakterienarten nicht immer mühelos unterbringen liessen, und dass sich neue Bakterienarten der Einreihung nur störrisch fügten, wenn ihnen andere Eigenschaften als den bis dahin bekannten Arten eigen waren.

Die Merkmale, auf die man die Unterscheidung und Einordnung der Arten gegründet hat, waren nicht immer die zweckentsprechendsten. Ganz ungeeignet hat sich die Einteilung in

Parasiten und Saprophyten gezeigt; nicht minder die der beweglichen Bakterien je nach der Zahl und der Anordnung der Geisseln; denn selbst wenn die Beizung und Färbung Bewegungsorgane sichtbar gemacht hat, lässt sich nicht entscheiden, wieviel davon zur Regelmässigkeit gehören und in wieweit die Präparation darin Unordnung geschaffen hat. Eine Abtrennung verschiedener Arten nach ihrem Gärungsvermögen, namentlich nach dem Auftreten oder Ausbleiben der Gasbildung bei Vorhandensein der einen oder andern Zuckerart ist zu diffizil und spitzfindig. Die Farbstoffbildung oder die Lichtproduktion lassen sich als Haupt-Unterscheidungsmerkmale nicht gebrauchen, weil sie wie die krankmachende Wirkung nicht konstant sind; sobald eine Art unter irgend welchen Einflüssen ihr chromogenes oder Leuchtvermögen eingebüsst hat, ist in den bisherigen Einteilungen kein sicherer Platz mehr für sie. Die Form und das Aussehen der Ansiedlungen auf Platten lassen sich nicht als Merkmal für Abteilungen, sondern bloss für Gruppen heranziehen. Das Gleiche gilt in erhöhtem Masse von dem Verhalten gegenüber der Gramschen Färbungsmethode.

So bleiben zur Gewinnung einer übersichtlichen Einordnung innerhalb der einzelnen Gattungen nur übrig: das aërobiotische und anaërobiotische Wachstum, die Unbeweglichkeit oder Beweglichkeit und die Fähigkeit, Leim oder Eiweiss festzulassen oder zu peptonisieren. Diese Merkmale habe ich bei der Abgrenzung in Scharen, Abteilungen und Unterabteilungen gelten lassen und zwar bei allen Gattungen gemeinsam und in derselben Reihenfolge, um die grösstmögliche Übersicht zu wahren. Nur eine geringe Anzahl von mikroskopisch bekannten Kleinwesen lassen sich nicht nach diesen Gesichtspunkten behandeln, weil sie sich allen Züchtungsversuchen gegenüber ablehnend verhalten; diese muss man in einer eigenen Kategorie zusammennehmen.

Demnach zerfällt jede Gattung in 3 *Scharen*:

A = Aërobier. Darunter zähle ich nicht bloss die streng aërobiotischen Kleinwesen, sondern überhaupt alle, die nicht obligate Anaërobier sind, oder positiv ausgedrückt, alle, die auf den gebräuchlichen Nährböden bei Luftzutritt gedeihen.

AA = Anaërobier: Mikroorganismen, zu deren Züchtung der Ausschluss des Sauerstoffs der Luft oder der Ersatz durch ein anderes, indifferentes Gas notwendig ist.

AC = Abnuentes culturam, das sind die bekannten Kleinwesen, die sich mit unseren Hilfsmitteln bisher nicht haben zur Entwicklung bringen lassen.

Innerhalb jeder Schar unterscheide ich 2 *Abteilungen*:

i = immobiles, unbewegliche Arten.

m = mobiles, mittels Geisseln bewegliche Arten.

In der Schar AC liess sich diese Unterscheidung noch nicht durchführen, weil nicht bei allen dahin gehörigen, mikroskopisch gesehenen Kleinwesen ein Entscheid über diesen Punkt vorliegt.

Jede Abteilung teile ich weiter nach 2 *Unterabteilungen:*

nl = non liquefacientes, Arten, die Gelatine oder Blutserum festlassen.

p = peptonificantes, Arten, die Leim- oder Eiweissstoffe verflüssigen, peptonisieren.

In den verschiedenen Unterabteilungen werden die betreffenden Kleinwesen weiter gesichtet nach dem zu ihrer Entwicklung nötigen Klima:

80—40°, thermophile Arten, die zu ihrem Gedeihen besonders hohe Wärmegrade beanspruchen.

40—20°, mesophile Arten, die hauptsächlich bei Körperwärme, oder wenigstens nicht sicher über 40° oder unter 20° fortkommen.

40—0°, meso-psychrophile und psychrophile Arten, die nicht bloss bei Körperwärme, sondern auch bei Zimmertemperatur oder ausschliesslich bei dieser wachsen, deren Entwicklungsbreite hinsichtlich der Temperatur also ziemlich gross ist.

In diesen Unterabteilungen können immer noch recht viele Einzelarten vorkommen. Diese kann man wenigstens zum grösseren Teil in verschiedene *Gruppen* zusammenzubringen. Die Gesichtspunkte, von denen ich mich dabei leiten liess, durften unterschiedlich sein; nämlich:

das Aussehen der einzelnen Zellen, z. B. Bacteria corynoïdea, d. s. keulenförmige Bakterien, Micrococci capsulati; Bacteria proteus;

die Art ihrer Zooglöenbildung, z. B. Bacteria mucosa = Bakterien, die schleimige Überzüge oder Bodensätze bilden;

gewisse pathogene Äusserungen: z. B. Bacteria hämorrhagica; emphysematosa;

das Aussehen der Ansiedlungen auf Gelatineplatten, z. B. Bacteria dictyodroma = Bakterien, deren Kolonien bei schwacher Vergrösserung eine netzläufige (blätterrippenartige) Zeichnung erkennen lassen; Bacteria granulosa;

das Wachstum bei besonders hohen Wärmegraden, Bacteria thermophila, Bacilli thermophili;

das Farbstoffbildungsvermögen, Bacteria chromogena, Micrococci, Vibriones chromogenes;

das Leuchtvermögen, Bacteria phosphorescentia; Vibriones phosphorescentes.

Derartige Gruppen können verschiedenen Unterabteilungen gemeinsam sein. Wir finden z. B. chromogene Arten in mehreren Unterabteilungen. Damit ist der Vorteil verbunden, dass, wenn sich einmal das Merkmal der Farbstoffbildung verwischen sollte, die betreffende Art doch immer noch an der Stelle und in der Rubrik bleibt, in die sie hineingehört. Beispielsweise ist das A i p Bacterium cavicidum, das Kutscher als Ursache rotzähnlicher Hodenschwellung beim Meerschweinchen fand, in den ersten Kulturen auf Agar und Blutserum mit orangegelbem Überzug gewachsen; es hätte also in die Gruppe Bacteria chromogena eingereiht werden können. In spätern Kulturen verlor sich aber die Farbstoffbildung, die übrigens auf andern Nährböden, z. B. Kartoffeln nie zum Vorschein gekommen war, vollständig. Es konnte demnach das A i p Bact. cavicid. zwar nicht mehr unter die genannte Gruppe einbezogen werden, behielt aber trotzdem seinen Platz in der Abteilung A i p und wurde dadurch kaum merklich von seiner ihm ursprünglich zugedachten Stelle verschoben.

Neu gefundene Arten werden sich mit Leichtigkeit in eine entsprechende Unterabteilung einreihen lassen und darin entweder zunächst allein stehen oder sich sogleich oder später mit andern schon bekannten zusammengruppieren oder mit allenfallsigen andern neuen vereinigen lassen, was ohne irgend welche Änderung der bestehenden Einteilung geschehen kann, es braucht höchstens ein auf irgend einem hervorstechenden gemeinsamen Merkmal beruhender Gruppenname aufgestellt zu werden.

Schliesslich lässt sich auch noch innerhalb der Gruppen eine Ordnung ihrer Einzelglieder durchführen.

Bei den chromogenen Bakterien ist sie von selbst gegeben durch die Verschiedenheit der Farben. Im Interesse eines die Übersicht möglichst fördernden Anschlusses an vorhergehende Arten oder Gruppen kann man die Reihenfolge beliebig wählen und mit irgend einer Farbe anfangen. Im allgemeinen fand ich es zweckmässig, die Aufeinanderfolge so eintreten zu lassen, dass erst die unbestimmten, dann die bestimmten Farben kommen, also:

fluoreszierend, grün, blau, gelb, braun, rot.

In anderen Fällen lässt sich, wo es bekannt, das Verhalten gegenüber der Gramschen Färbung zur Einordnung verwenden, und zwar:

JpR— = der Jodpararosanilinfarbstoff wird durch Alkohol ausgezogen;

JpR+ = der Jodparosanilinfarbstoff bleibt nach Alkoholspülung;

JpR± = der Jodparosanilinstoff bleibt nur unter gewissen Bedingungen nach Behandlung mit Alkohol, oder er wird durch Alkohol ausgezogen, nicht aber durch Anilinöl. Je nachdem + oder — das überwiegende ist, kann man schreiben JpR± oder JpR∓.

Bei der Überblickung der geschilderten Einteilung wird man erkennen, dass die Unterscheidung nach Abteilungen, die Gruppierungen und die Einordnungen nach dem Werte der einzelnen Merkmale erfolgt ist. Da die Unbeweglichkeit und die Beweglichkeit konstantere Eigenschaften sind als die Nichtverflüssigung und die Peptonisierung, so ist die erstere als Grundlage für die Aufstellung der Abteilungen, die letztere als massgebend für die Unterabteilungen genommen werden. Alle übrigen Eigenschaften der verschiedenen Aërobier und Anaërobier wurden als untergeordnetere bloss für die Zusammenstellung von Gruppen und für die Reihenfolge in ihnen benützt.

Für die Aufnahme der einzelnen Bakterienarten war das medizinische und medizinisch-hygienische Interesse, das sie bieten, massgebend.

Von den nachfolgenden beiden Tabellen giebt die erste die allgemeine Übersicht über die wichtigeren Mikroorganismen und ihre Gattungen, die zweite bringt die besondere Einteilung der Schizomyceten oder Bakterien.

Mikroorganismen.

Schizomycetes	Streptococcus	Micrococcus	Sarcina	Bacterium	Bacillus	Spirillum (Vibrio)	Spirochaeta
Hyphomycetes A nl 40—20° 40—0° p AA nl 40—20°	Thiothrix	Crenothrix	Phragmidiothrix	Cladothrix	Septothrix	Streptothrix (Oospora) [tuberculosis] Hofmanni asteroides dysenterica farcinia madurae actinomyces alba chromogenes cuniculi Anhang: nl Microsp. furfur p Achor. Schoenleinii	Sporothrix (Botrytis) tonsurans
Blastomycetes	Saccharomyces						
Ascomycetes	Oidium	Aspergillus	Penicillium				
Phycomycetes	Mucor						
Basidiomycetes	Uredineae	Ustillagineae					
Myxomycetes (Protozoen)	Sarcodina	Mastigophora	Infusoria	Sporozoa			

Ordnung				Schizomycetes						
Familie				I. Coccaceae			II. Bacteriaceae		III. Spirillaceae	
Gattung				1. Strepto-coccus	2. Micrococcus	3. Sarcina	4. Bacterium	5. Bacillus	6. Spirillum (Vibrio)	7. Spirochäta
A. Aërobier	i unbeweglich	nl nicht verflüssigend	80—40°	—	—	—	Ba thermophila Ludwigi	Bi thermophili Ilidzens capsul	—	—
			40—20°	lanceolatus	gonorrhoeae meningitidis	alba lutea erythroxoma	influenzae pyog. cuniculi mallei tuberculosis Ba corynoidea diphtheriae pseudodiphth.; xeros.	—	—	—
			40—0°	pyogenes conglomeratus involutus mesenteroïdes	catarrhalis vesicae candicans ureae tetragonus Mi. chromogenes	—	Ba haemorrhagica purpurae pestis avicidum Ba mucosa ozaenae lactis aërogenes Friedl.; Rhinosklerom lactis viscos. Bact. lact. acid. acidi — acid. lactici Ba chromogena fluor. gelb rot Ba phosphorescentia	—	nasalis JpR— saprophiles JpR— lingual. JpR+ Vs. chromogen.	—

Ordnung				Schizomycetes						
Familie				I. Coccaceae			II. Bacteriaceae		III. Spirillaceae	
Gattung				1. Streptococcus	2. Micrococcus	3. Sarcina	4. Bacterium	5. Bacillus	6. Spirillum (Vibrio)	7. Spirochäta
A. Aërobier	i unbeweglich	p. peptonisierend	80—40°	—	—	—	—	—	—	—
			40—20°	—	—	—	—	—	—	—
			40—0°	brevis	ureae liquefac. albus (Staph. pyog) Mi. chromogenes aureus (Staph. pyog) Mi. capsulati ascoform.;tetrag. invol.	viridis flavesc. aurantiaca rubra	erysipelat suum salmonicidum cavicidum Ba chromogena fluoresc. blau gelb rot	anthracis	—	—
	m beweglich	nl nicht verflüssigend	80—40°	—	—	—	—	—	—	—
			40—20°	—	—	—	—	—	—	—
			40—0°	—	tetragonus mobil. meningitidis equi Mi. chromogenes agilis agilis citreus	pulmonum	Ba diktyodroma typhi coli commune typhi murium etc. Ba granulosa enteritidis ovoideum influenzae cuniculi Ba chromogena cyanogenes u. a. Ba phosphorescentia Ba Proteus (Zopfii)	erythrosporus	voluntans terrigenus rugula concentricum undula majus „ minus spermatozoides Vs. chromogen. tonsillaris rubr.	

Aërobier	beweglich	p peptonisierend	80—40°	—	—	—	—	thermophilus (Teich)	—	—
			40—20°	—	—	—	—	—	—	—
			40—0°	—	—	mobilis	Ba Proteus (Hauseri) icteri gravis Ba chromogena pyocyaneum prodigiosum Ba phosphorescentia Ba mucosa caps. misotherm.	subtilis megatherium Bi radiciformes mycoides. Bi mesenterici	serpens. tenue;tenerrim. cholerae asiat Metschnikoff Massauah proteus tyrogenes helcogenes; Vs. hydrogenes Vs.phosphorescentes	—
AA. Anaërobier	i unbeweglich	nl	nicht verflüssigend	—	Mi. puerperales. (Krönig)	—	empyematos cunic. Ba emphysematosa Ernst; Fränkel; Welch.	—	—	—
		p	peptonisierend	—	—	—	—	—	—	—
	m beweglich	nl	nicht verflüssigend	—	—	—	Ba emphysemat. (Wicklein.)	—	—	—
		p peptonisierend	50—20°	—	—	—	—	butyricus oedematis mal Koch tetani sarcophysematos.	—	—
			40—0°	—	—	—	oedematis mal. Novy.			
AC. Nicht züchtbar				—	—	—	ulceris mollis JpR— nosocomiale JpR— leprae JpR+ smegmae JpR+	—	sputigenum	Obermeieri anserina oris dentium plicatilis.

Ein Beitrag zur Lehre der renalen Albuminurie

von

Johannes Matthäus.

Ein Organ, dessen Erkrankungen am Lebenden in sinnfälliger Weise zu ermitteln nicht möglich ist, da es sich infolge seiner Lage unsern Untersuchungsmethoden als nicht zügänglich erweist, stellt die Niere dar. Wenn die Alteration eines Organes, wie es hier zunächst der Fall ist, häufig keine charakteristischen Erscheinungen macht, so müssen wir seine Funktion beobachten und aus einer eventuellen Störung derselben einen Rückschluss auf den Zustand dieses Organes machen. Bekanntlich stellt die Niere ein Ausscheidungsorgan dar, einen Apparat, dessen Aufgabe es ist, die noch zu verwertenden Bestandteile des Blutes zurückzuhalten und andererseits die für den Organismus unbrauchbaren Endprodukte des Stoffwechsels aus dem Körper abzuführen. Lässt sich nachweisen, dass die Niere einer dieser Aufgaben nicht mehr gerecht wird, so wurde dies früher allgemein auf eine Läsion ihres Gewebes zurückgeführt. Insbesondere eine Veränderung der Nierenthätigkeit im ersteren Sinn, d. h. eine Durchlässigkeit für Eiweiss, hat schon frühzeitig eine Veränderung des Nierengewebes zur Voraussetzung werden lassen, eine Ansicht, die besonders durch die epochemachende Entdeckung R. Brights eine Bekräftigung erfuhr und durch viele Dezennien die herrschende war, obwohl man bei der Vorstellung der Niere als eines Filters sich klar darüber sein musste, dass für die Zusammensetzung eines Filtrats nicht nur die Beschaffenheit der filtrierenden Membran, sondern auch die Zusammensetzung der filtrierenden Flüssigkeit, der Druck, unter dem sie steht und noch andere Momente verantwortlich zu machen sind. Unterstützt wurde die Diagnose der Nierenerkrankungen noch durch den Nachweis von erfahrungsgemäss bei denselben und

namentlich bei chronischem Verlauf später hinzutretenden Erscheinungen wie Cylinder, Nierenepithelien und Blutzellen im Harn, hydropische Ergüsse und allgemeine Beschwerden einerseits, Herzhypertrophie, Veränderungen an den Arterien und am Augenhintergrund andererseits.

Eine öfter beobachtete Inkongruenz innerhalb dieses Symptomenkomplexes, chronische Albuminurien ohne alle die üblichen Begleit- oder Folgeerscheinungen veranlassten schon frühzeitig Männer wie Becquerel, Frerichs, Vogel, Ultzmann u. a. in die absolute Richtigkeit der bis dahin allgemein als zutreffend anerkannten Lehre Zweifel zu setzen, doch erst die überraschenden Mitteilungen Leubes brachten einen neuen Gesichtspunkt für die Beurteilung von Albuminurien. Er ermittelte durch umfassende Untersuchungen an gesunden Soldaten, dass Albuminurie überhaupt keine so seltene Erscheinung sei, wie man bisher geglaubt, und dass sie, seltener unter gewöhnlichen Verhältnissen, besonders nach grösseren Märschen in einem ungemein hohen Prozentsatz in die Erscheinung trete. Weitere Mitteilungen in dieser Beziehung stammen von Capitan, de Chateaubourg, Klendgen u. a, die alle darin übereinstimmen, dass Eiweiss im Harn Gesunder vorkommen kann, aber über die Häufigkeit des Auftretens die verschiedensten Angaben machen. Senator, der die Mitteilungen genannter Autoren einer eingehenden Kritik unterzieht und einen Ausgleich ihrer bezüglich der Frequenz dieser Erscheinung zum Teil widersprechenden Ansichten dadurch herbeizuführen sucht, dass er ihnen gleiche Untersuchungsbedingungen und gleiches Untersuchungsmaterial unterschiebt, kommt zu dem Schluss, dass unter 100 gesunden kräftigen Männern, insbesondere Soldaten, bei 41 zeitweise und ohne dass aussergewöhnliche Umstände (Anstrengungen) einwirken, Albuminurie vorkommt, und ferner unter Berücksichtigung der von Leroux, Grainger, Stewart u. a. bei der diesbezüglichen Untersuchung von Kindern gewonnenen Prozentsätze, dass unter 100 gesunden Menschen unter 60 Jahren auf 23,6% Albuminurie entfällt. — Einen weitern interessanten Beitrag zu dieser Art von Albuminurie liefern die erst jüngst von Johannes Müller mitgeteilten Beobachtungen an Radfahrern.

Bei den im Zusammenhang von Morbus Brighti beobachteten Albuminurien handelt es sich um Ausscheidung von im Blut

enthaltenen Eiweisskörpern Serumalbumin und Globulin und man glaubte in neuerer Zeit, dass man es bei der im Gegensatz zu jener als „physiologisch“ benannten Albuminurie nicht mit einem jener koagulierenden Eiweisskörper zu thun habe, sondern mit einem nicht koagulierenden, dem früher als Mucin angesprochenen, jetzt wohl als Nucleoalbumin erwiesenen Stoff und wollte deshalb für diesen Vorgang die Bezeichnung Albuminurie überhaupt nicht gelten lassen, da man in ihm nicht einen renalen Prozess erblicken könne. Jedoch abgesehen davon, dass bei den von den älteren Autoren angewendeten Untersuchungsmethoden Nucleoalbumin schwerlich ausgefällt wurde und andererseits dort, wo die Möglichkeit der Ausfällung gegeben war, genau unterschieden wird zwischen dem Nachweis von „Albumen“ und „mucinähnlicher Substanz“, ist es neuerdings durch die zahlreichen Untersuchungen von Winternitz, Petersson, Paykull und Spiegler zur Evidenz erwiesen, dass nicht bloss Nucleoalbumin, sondern auch gewöhnliches Albumin im normalen Harn vorkommen kann.

Musste die Häufigkeit von Eiweissausscheidungen bei anscheinend ganz gesunden Menschen, die weder vorher noch später Symptome eines gestörten Befindens zeigten, die Voraussetzung einer pathologischen Veränderung des Nierengewebes als unzulässig erscheinen lassen, so war eine andere Erklärung dieser Beobachtung nötig, und Leube giebt eine solche in der Annahme einer individuell verschiedenen Porosität des filtrierenden Apparates resp. einer mangelhaften Thätigkeit der Epithelien in den Harnkanälchen entsprechend den über die Harnabsonderung bestehenden Theorien.

Betrachtet man den Urin als Filtrat des Blutes, frei von Eiweiss wegen der für die Filtration von colloiden Substanzen ungeeigneten Beschaffenheit der Gefässmembran, so müsste man annehmen, dass bei jenen Individuen, welche auch ohne vorangehende Körperanstrengung Spuren von Eiweiss mit dem Harn entleeren, die Gefässmembranporen weiter als gewöhnlich sind und deshalb neben der Flüssigkeit auch Eiweiss in geringer Menge unter normalen Verhältnissen durchtreten lassen, während bei jenen, wo das Auftreten von Eiweiss im Harn erst durch Körperanstrengungen hervorgerufen wird, die Poren für gewöhnich ein normales Verhalten zeigten, das erst unter dem Ein-

fluss der durch körperliche Anstrengung geänderten Verhältnisse eine Veränderung im Sinne einer Erweiterung der Poren erfahren würde. Bei der Mehrzahl der Menschen bliebe dagegen auch in solchen Fällen die Membran für Eiweiss undurchgängig.

Lässt man bei der Filtration Eiweiss mit hindurchgepresst werden und schreibt, da der normale Harn frei von solchem, den Epithelien der Harnkanälchen eine Eiweiss resorbierende Thätigkeit zu, so müsste man eine relative Insufficienz der Epithelien annehmen gegenüber dem durch Körperanstrengungen gesteigerten Übertritt von Eiweiss in das Filtrat und eine absolute Insufficienz in den unter normalen Verhältnissen Eiweiss zeigenden Fällen.

In andern Momenten erblickt Senator die Ursache für das Auftreten einer physiologischen Albuminurie. Gestützt auf die Untersuchungen von Posner erklärt er jeden Harn für eiweisshaltig, doch in so geringem Grade, dass sich das Eiweiss dem Nachweis durch unsere gewöhnlichen Untersuchungsmethoden entzieht. Er nimmt deshalb an, dass sich der Harn zusammensetzt aus dem eiweisshaltigen Transsudat der Knäuelgefässe und dem eiweissfreien Sekret der Harnkanälchenepithelien, und dass für gewöhnlich ersteres durch das Sekret eine Verdünnung erfährt soweit, dass Eiweiss nicht mehr nachweisbar ist. Kommt dann Eiweiss im Harn zur Beobachtung, so handelt es sich um eine quantitative Verschiebung in positivem Sinn von seiten der ersten, oder in negativem Sinne von seiten der zweiten Komponente. Für die Transsudation sind hauptsächlich massgebend die Verhältnisse des Kreislaufs d. h. Druck und Geschwindigkeit des Blutstroms, die Zusammensetzung des Bluts, aus dem die Transsudation erfolgt; für die Drüsensekretion sind ausserdem auch noch bestimmend gewisse spezifische Reize, die direkt oder durch Vermittelung des Nervensystems auf die Zellen einwirken.

Wenn die Beobachtung ergeben hat, dass eine physiologische Albuminurie besonders nach gewissen Anlässen — Muskelanstrengung, geistige Überarbeitung, psychische Erregung, kalte Bäder — eintritt, so geben dieselben eine genügende Erklärung für Änderungen im obigen Sinn in den Verhältnissen der Niere und damit für das Zustandekommen der Albuminurie.

Bezüglich der Grenzen, innerhalb welcher man eine physiologische Albuminurie annehmen dürfe, äussert sich Senator

dahin, dass es wohl schwer sei eine scharfe Grenze zwischen physiologischer und pathologischer Albuminurie zu ziehen, dass jedoch eine Albuminurie mit Sicherheit nur dann als eine physiologische anzuerkennen sei, wenn ganz geringe Eiweissmengen (er für seine Person möchte 0,4—0,5 ‰ nicht überschritten sehen) bei gesunden Menschen in nicht sehr vorgerücktem Alter in einem seiner sonstigen Beschaffenheit nach normalen Harn vorübergehend und nur nach ganz bestimmten physiologischen Anlässen (anstrengende Muskelarbeit, reichliche Mahlzeiten zumal bei albumin-reicher Kost, kalte Bäder, Gemütsbewegungen und geistige Überanstrengungen) auftrete. Wo nicht alle diese Bedingungen zusammentreffen, halte er die Entscheidung mindestens für zweifelhaft.

Anders Leube. Er schreibt: Man wird bei Patienten, deren Krankheit keine Erklärung für das Auftreten von Eiweiss im Urin giebt, oder bei Gesunden, bei denen durch Zufall Eiweiss entdeckt wurde, zunächst auf Harncylinder im Sediment achten; finden sich konstant mehr oder weniger zahlreich Cylinder, so ist das Bestehen einer physiologischen Albuminurie unwahrscheinlich, vielmehr an Zirkulationsstörungen oder Reizzustände in den Nieren zu denken. Umkehren lässt sich der Satz nicht d. h. Fehlen von Cylindern bei bestehender Albuminurie schliesst (latente) chronische Nephritis nicht sicher aus. Weiterhin kommt für die Diagnose in Betracht die Menge des ausgeschiedenen Eiweiss. Obgleich er früher einen Eiweissgehalt von 1 ‰ noch der physiologischen Albuminurie zugeschrieben habe, und gar Noorden in einzelnen Fällen 4 ‰ bei Gesunden gefunden habe, halte er jetzt einen so hohen Eiweissgehalt für eine nur ausnahmsweise vorkommende Erscheinung und stehe nicht an, jede mehr als eine Trübung zeigende Eiweissreaktion als höchst suspekt auf ihre Abhängigkeit von einer Nierenaffektion zu bezeichnen. Bei Entdeckung jener nicht nur spurenhaft angedeuteten Albuminurie werde man oft Kopfschmerz, dyspeptische Erscheinungen oder andere Intoxikationserscheinungen als einzig hervortretendes Symptom der Urämie ermitteln. — Herzhypertrophie sei nicht unbedingt zur Diagnose Nephritis nötig. Sie fehle wenigstens in $^1/_5$ der Fälle von chronischer Nephritis. Ausserdem, da es schwer zu bestimmen ist, wann bei Nephritis die Hypertrophie auftritt, sei es nicht unmöglich, dass der eine

oder andere Fall, der zur Beobachtung komme, sich noch in einem Frühstadium befinde, wo dieselbe eben noch nicht zur Ausbildung gekommen wäre. — Wichtig sei ferner für die Diagnose das sphygmographische Bild des Pulses. Durch eine Pulskurve, welche die Rückstosselevation sehr gering entwickelt zeige, eine Kurve, welche die Zeichen der erhöhten Spannung im Aortensystem aufweist, sei fast ausnahmslos ein wichtiges Merkmal für den Charakter der Albuminurie als einer von Nephritis abhängigen gegeben. Die charakteristische Pulsbeschaffenheit finde sich sehr früh im Bilde der Nephritis, ganz sicher ehe die Symptome der Hypertrophie nachweisbar seien, wenn auch über das relative Zustandekommen der Pulsveränderung bis zu einem gewissen Grad dasselbe gelte wie über die Veränderung des Herzens. — Von grösster Wichtigkeit sei ausserdem die ophthalmoskopische Untersuchung.

Zum Schluss bemerkt Leube, er stelle die Diagnose physiologische Albuminurie erst nach sorgfältiger Berücksichtigung genannter Punkte und nach längerer Beobachtung, womöglich ein Jahr, wenn sich nicht inzwischen urämische Symptome gezeigt hätten.

In dem vorstehenden fällt in erster Linie auf, dass Leube und Senator dem Begriff „physiologische Albuminurie“ eine ganz verschiedene Definition geben. Wenn Leube von einer physiologischen Albuminurie spricht, so versteht er darunter jede Eiweissausscheidung, die einhergeht mit einer wahrscheinlichen Integrität des Nierengewebes, bei einem physiologischen Zustand der Nieren; Senator dagegen will mit dem Namen physiologische Albuminurie nur solche bezeichnet wissen, die nach besonderen — wie er sich ausdrückt — physiologischen Anlässen auftreten, die Benennung erhält sie also von den sie auslösenden Momenten. Streng genommen trifft bei der Mehrzahl dieser Momente die Bezeichnung physiologisch nicht zu, denn von einer physiologischen Einwirkung auf den Körper ist zu erwarten, dass sie denselben im physiologischen Gleichgewicht lässt; Anstrengung des Körpers oder Geistes und physiologischer Zustand des Körpers, das ist aber doch ein Paradoxon. — Die praktische Folge aus dieser Bezeichnungsverschiedenheit ist die, dass die Definition Leubes die Grenzen viel weiter steckt als diejenige Senators. Daraus sind auch zum Teil die Differenzen in den

Statistiken zu erklären; der eine spricht von physiologischer Albuminurie bei Leuten nach grösseren Märschen, der andere (wie Zeehuisen) erwartet sie bei Soldaten im Lazaret und stellt seinen Befunden zufolge ihr Vorkommen in Abrede. — Ich werde demnach im folgenden immer unterscheiden zwischen physiologischer Albuminurie Senators und Leubes.

Einen Schritt weiter wurde die Frage der Albuminurie geführt, als man anfing sich nicht mehr nur mit der Konstatierung von Eiweiss im Urin, vielleicht noch mit der Bestimmung seiner Menge oder der Feststellung der sie veranlassenden Momente zu begnügen, sondern auch den Verlauf von bei Gesunden oder scheinbar Gesunden nachgewiesenen Albuminurien zu studieren, und da war es Pavy, welcher hier bei einzelnen von ihm genauer beobachteten Individuen eine gewisse Gesetzmässigkeit zu erkennen glaubte dahingehend, dass der Nachtharn stets frei von Eiweiss sei, während des Tages aber zu einer beliebigen Stunde, meist jedoch vormittags, die Eiweissausscheidung beginne, eine quantitative Steigerung erfahre, bis sie ein Maximum erreicht, um dann allmählich wieder abzunehmen und sich meist schon gegen Abend wieder vollständig zu verlieren. Diese täglich wiederkehrende Erscheinung veranlasste ihn zur Benennung jener Albuminurie als einer cyklischen.

Ähnliche Fälle wurden von Bull, Noorden, Weidenfeld und Klemperer mitgeteilt und letzterer konstruiert aus den hiebei gemachten Beobachtungen, sowie aus Versuchen, die an solchen Individuen angestellt wurden, ein — wie er sich ausdrückt — für die cyklische Albuminurie charakteristisches Krankheitsbild, dessen genauere Mitteilung in Hinsicht des später anzuführenden Falles von Interesse sein dürfte. Er schreibt hierüber:

„Sie befällt meist junge Leute; das männliche Geschlecht scheint vorwiegend betroffen zu sein. Die Patienten bieten ausser einem etwas anämischen, vielleicht auch abgemagerten Aussehen keine auffälligen Symptome dar. Vor allen Dingen fehlt jedes Zeichen der Brightschen Krankheit. Meist sind es nervöse (neurasthenische) Individuen.

Ihre Klagen sind unbestimmter Natur und beziehen sich zumeist auf nervöse Erscheinungen: Kopfschmerz, Rückenschwäche, Abspannung, Unbehagen, Energielosigkeit und Unlust zu körper-

licher und geistiger Anstrengung. Oft treten Magenbeschwerden in den Vordergrund, Mangel an Appetit, Aufstossen nach dem Essen, das Gefühl der Völle und Aufgetriebenheit.

Gemeinsam ist bei allen bisher beobachteten Fällen das vollkommene Fehlen von Eiweiss im Nachtharn. Im Lauf des Tages unterliegt die Eiweissausscheidung gewissen Schwankungen, denen in jedem Fall eine offenbare Gesetzmässigkeit innewohnt, die aber augenscheinlich in den verschiedenen Fällen nicht die gleiche ist. In den sämtlichen Pavyschen Fällen steigt das Eiweiss vom Nullpunkt sehr langsam zu einem Maximum an, das zwischen 2 und 6 Uhr erreicht ist, um nun ziemlich schnell wieder auf Null zu fallen. Abends ist der Urin in diesen Fällen eiweissfrei. Auch in dem Fall von v. Noorden ist der Cyklus ein derartiger, dass ein Ansteigen von Null zum Maximum stattfindet, dem ein Abfall auf Null folgt. Charakteristisch ist in diesem Fall, dass das Maximum immer am Vormittag gelegen ist. In den Bullschen Fällen wird das Maximum bei der 5 Uhr nachmittags vorgenommenen Untersuchung notiert; soweit es sich aus den tagsüber nicht genügend zahlreichen Fesstellungen beurteilen lässt, findet ebenfalls ein Ansteigen zum Maximum und ein Absinken von diesem Maximum zu Null statt. Der von mir beobachtete Fall zeichnet sich dadurch aus, dass 2 Maxima, eines am Vormittag und eines am Abend mit grosser Regelmässigkeit auftreten. In dem festgestellten Cyklus bewegt sich die Eiweissausscheidung, wenn sie nicht durch bestimmte äussere Einflüsse geändert wird, mit ausserordentlicher Regelmässigkeit.

Was die Frage nach den die Albuminurie beeinflussenden Momenten betrifft, so lässt sich nach den bisherigen Beobachtungen mit Bestimmtheit sagen, dass die Zeit der Nahrungsaufnahme und die Zusammensetzung der Nahrung ohne wesentliche Einwirkung ist. Mit grosser Sicherheit geht dies aus den Versuchen von Bull, v. Noorden und mir hervor.

Dagegen ist die Muskelbewegung insofern von grosser Bedeutung, als es durch absolute Ruhe mit Sicherheit gelingt die Albuminurie zu koupieren. Meine eigenen Beobachtungen beweisen dies ebenso schlagend, wie die von Bull und v. Noorden. Indessen lässt sich nicht immer durch Bewegung die Albuminurie hervorrufen; oft ist auch nach grösseren Märschen der Urin

sowohl bei dem v. Noordenschen Patienten als auch bei meinem eigenen manchmal eiweissfrei.

Der Einfluss des psychischen Verhaltens, deprimierter oder aufgeregter Stimmung ist nicht mit Sicherheit studiert, dagegen ergiebt sich aus unserer Beobachtung, dass grössere geistige Anstrengungen die absolute Menge des Eiweiss steigern können.

Es scheint weiterhin sicher, dass verbesserte Ernährung einen günstigen Einfluss auf die Eiweissausscheidung ausübt. Wird Patient voller, gesunder und kräftiger, so nehmen auch die Eiweissmengen ab."

Bezüglich der Diagnose der cyklischen Albuminurie bemerkt Klemperer noch, dass der Urin im übrigen kein pathologisches Verhalten zeigen dürfe und als weiteres Charakteristikum führt er an das Verschwinden des Eiweiss, wenn Patient einen grossen Teil des Tages im Bett liege.

Hinsichtlich des Verlaufes schreibt er weiter: „Er ist, wie es scheint, immer ein chronischer; von Pavy ist zweimal Spontanheilung beobachtet worden; doch bedingt die Albuminurie selbst bei jahrelangem Fortbestehen keine Lebensgefahr, sie geht nicht in schwere Nierenerkrankung über und ist mit einer vollkommen ungestörten Gesundheit verträglich (Pavy, Bull); manchmal nimmt sie ab, ohne ganz zu verschwinden (Pavy, mein Fall), in andern Fällen blieb die Albuminurie jahrelang bestehen, ohne das Allgemeinbefinden zu stören."

In spätern Beobachtungen wird noch das auffallend häufige Vorkommen von Kalkoxalatkrystallen in ungewöhnlichen Mengen — eine Thatsache, die auch schon Pavy aufgefallen war — betont, sowie in dem einen oder andern Fall eine vermehrte Harnstoff-, Harnsäure- und Phosphorsäureausscheidung, immer aber findet sich, wie v. Noorden hervorhebt, der von Gerhardt und Müller beschriebene Eiweisskörper.

Hier eine Veränderung des Gewebes anzunehmen, schien nicht der mindeste Grund vorzuliegen, nachdem sich einmal gezeigt hatte, dass Albuminurie auch ohne eine solche zu stande kommen kann, und für eine Erklärung befand man sich bei der cyklischen Albuminurie noch in einer günstigeren Lage als bei den bis dahin unter dem Sammelbegriff „physiologische Albuminurie" beschriebenen, da sich ja in ihren Begleiterscheinungen bis zu einem gewissen Grad Anhaltspunkte hiefür gewinnen

liessen. So schloss Teissier aus der Anämie auf Störung der Leberfunktion mit reichlichem Untergang von weissen Blutkörperchen, Weidenfeld aus den neurasthenischen Erscheinungen auf eine Einwirkung des Nervensystems, v. Noorden aus der vermehrten Ausscheidung von oxalsaurem Kalk, Harnstoff etc. auf eine allgemeine Stoffwechselerkrankung und Merklen wollte eine Art recidivierender Nierenkongestion mit vorübergehender Epithelstörung auf Grund habitueller Ataxie des Gefässsystems verantwortlich machen.

Vergleichen wir die cyklische Albuminurie mit der physiologischen, so finden wir, dass beide an Individuen wahrgenommen wurden, die entweder ganz gesund erschienen oder deren Beschwerden nach den herrschenden Anschauungen nicht in ätiologischen Zusammenhang mit der Eiweissausscheidung gebracht werden können. Beide zeigen nicht die für Nierenerkrankungen, speziell Entzündungen, die nur allein in Betracht kommen könnten, charakteristischen Folgeerscheinungen, bei beiden vermissen wir die bei Schädigung des Nierengewebes vorkommenden Veränderungen des Harns, Thatsachen genug, um pathologische Veränderungen des Gewebes als Ursache für das Zustandekommen der Albuminurie von der Hand zu weisen. Wenn der Harn bei cyklischer Albuminurie sich anders verhält als normal, so ist es höchstens die eventuell vermehrte Ausscheidung von Kalkoxalat, Harnstoff, Harnsäure oder Phosphorsäure und der immer nachzuweisende Eiweisskörper von Gerhardt und Müller. Was die Menge des ausgeschiedenen Eiweiss anlangt, so ist der von Leube geforderten blossen Trübung, den von Senator als Maximum angesehenen 0,4—0,5 ‰ nur das von Weidenfeld beobachtete Maximum von 0,5 ‰ gegenüberzustellen, da Klemperer in anderer Weise gemessen hat, während die anderen Autoren keine quantitativen Bestimmungen machten. Lassen wir von den von Leube innerhalb der physiologischen Albuminurie unterschiedenen 2 Kategorien, der, wo Eiweiss unter gewöhnlichen Verhältnissen auftritt, und der, wo es erst nach Muskelanstrengung zum Vorschein kommt, erstere ausser Betracht, da sie nicht genauer verfolgt wurde, und berücksichtigen nur letztere, die mit der physiologischen Albuminurie Senators zusammenfällt, so ergiebt sich hinsichtlich des Verlaufs verglichen mit der cyklischen Albuminurie, dass beide intermittierend

sind, jedoch in verschiedener Weise. Während für den Eintritt der physiologischen Albuminurie Muskelanstrengung massgebend ist, hat sich bezüglich der cyklischen Albuminurie ergeben, dass sie auftritt, ohne dass eine solche vorhergegangen ist, im Gegenteil, sie konnte während einer Muskelanstrengung zum Verschwinden kommen oder durch eine solche vielfach nicht hervorgerufen resp. gesteigert werden. Auch bezüglich der Nahrungsaufnahme und -zusammensetzung liesse sich ein Unterschied machen, wenn ein Einfluss genannter Momente überhaupt besteht. Es ist ersichtlich, dass aus genannten Gründen cyklische und physiologische Albuminurie im Sinne Senators nicht identifiziert und für die von Pavy hervorgehobene häufige Maximalausscheidung von Eiweiss in den Vormittagsstunden bei der cyklischen Albuminurie die vereinte Muskelanstrengung beim Aufstehen am Morgen und der Frühstücksaufnahme nicht verantwortlich gemacht werden kann. Als allgemeine Ursache für das Zustandekommen der physiologischen Albuminurie wird von Leube eine individuelle, nicht durch Erkrankungen hervorgerufene, Verschiedenheit des Nierenfilters, von Senator eine Konzentration des normaliter schon Eiweiss enthaltenden Harns angesprochen, die Erklärung der cyklischen Albuminurie im allgemeinen rekurriert bei Integrität der Nieren auf die andern für die Filtration als nicht unmassgebend schon eingangs erwähnten Momente, den Blutdruck und die Beschaffenheit der Blutflüssigkeit. Die nächstliegende Frage wäre nun weiter, welches sind die den Eintritt des Cyklus resp. den Verlauf innerhalb desselben beeinflussenden Momente, nachdem die für die physiologische Albuminurie Senators in Betracht kommenden anscheinend hier nicht angezogen werden können. Die für die Krankheit im allgemeinen angegebenen Erklärungen sind mit Ausnahme der von Merklen nicht gleichzeitig auch eine solche für den cyklisch-intermittierenden Verlauf; denn eine Stoffwechselveränderung oder eine veränderte Zusammensetzung des Blutes würde doch nicht an sich derartige Schwankungen in der Eiweissausscheidung rechtfertigen, da doch einer konstant wirkenden Ursache eine konstant sich darthuende Folge entsprechen müsste. Wenn Stirling behauptet, dass die Körperstellung das wesentlichste Moment sei zur Hervorbringung dieser Art von Albuminurie, so stimmt dies nicht mit den in der Litteratur verzeichneten Beobachtungen überein,

denn aus den mitgeteilten Fällen geht hervor, dass sie nicht eine direkte Veranlassung ist, sondern eine conditio sine qua non, d. h. wenn Albuminurie auftritt, ist dies nur in aufrechter Körperstellung möglich; der Satz Stirlings ist nur in negativer Richtung zu verwerten: solange horizontale Lage, solange keine Albuminurie, oder bestehende Albuminurie wird durch Horizontallage koupiert.

Um das Wesentlichste noch besonders hervorzuheben, so reflektieren die Erklärungen für die physiologische wie für die cyklische Albuminurie auf Unversehrtheit des Nierengewebes und in diesem Sinne decken sich beide Begriffe, die cyklische Albuminurie ist eine Unterart der physiologischen Leubes, ihre Bezeichnung verdankt sie ihrem eigentümlichen Verlauf.

Daraus, dass man sich das Wesen der cyklischen Albuminurie nicht genügend klar machte, resultierten die fortwährenden Angriffe auf diese Benennung und andererseits gruppierte man unter diesen Begriff Albuminurien, die gerade in der Hauptsache mit jener nicht übereinstimmen. Albuminurien, die intermittierenden Charakter zeigten, d. h. während der Nacht aussetzten oder beinahe verschwanden und auch nur eintraten, wenn der Körper in vertikaler Lage sich befand, wurden ohne weiteres mit der Bezeichnung cyklische Albuminurie in die Litteratur eingeführt, obwohl gerade das Wesentlichste der cyklischen Albuminurie, was ihr erst den Namen giebt, nämlich der gleichmässige Tag für Tag annähernd in derselben Weise wiederkehrende Anstieg und Abfall der quantitativen Eiweissausscheidung fehlte, während man hier an Stelle des Cyklus eine während des Tages in ihrer Menge regellos schwankende Eiweissausscheidung beobachtete, die anscheinend im Gegensatz zur cyklischen von äussern Umständen beeinflusst ist. Gemeinsam ist also beiden Arten von Albuminurie das Aussetzen während der Nacht und die Möglichkeit durch Horizontallage sie zu koupieren. Der Unterschied zwischen beiden liegt in ihrem täglichen Verlauf, und da die eine gerade in Rücksicht darauf benannt ist, müsste man die andere, um sie der cyklischen Albuminurie gegenüberstellen zu können, als Albuminuria intermittens irregularis bezeichnen.

Diese Art von Albuminurie wurde vielfach beobachtet bei Personen mit unbestimmten Klagen, oder bei solchen, welche vor kürzerer oder längerer Zeit eine Nephritis oder eine solche

begünstigende Krankheit durchgemacht hatten. Die Anamnese und der des öfteren, wenn nicht jedesmal geführte Nachweis von Cylindern, Nierenepithelien oder Blutkörperchen war ein Fingerzeig für die Annahme einer pathologischen Veränderung des Nierengewebes. Nachdem bereits Johnson darauf aufmerksam gemacht hatte, dass besonders bei akuten Nephritiden, wenn sie in der Heilung begriffen sind, der Verlauf der Albuminurie ein intermittierender sei, lag es nahe, die Sache umzukehren und von jeder intermittierenden Albuminurie auf nephritische Nierenveränderungen zu schliessen. Naturgemäss erfuhren jetzt Antecedentien derselben und Begleiterscheinungen eine andere Deutung. Lecorché und Talamon, welche die als physiologische Albuminurie beschriebenen Fälle einer genauen Prüfung unterziehen, kommen zu dem Schluss, dass, wenn man die Details solcher Fälle näher verfolge, man hinreichend pathologische Ursachen finden werde, welche die Albuminurie erklären: entweder eine vorangegangene Scarlatina, Angina, Magen- oder Darmstörungen. Kraus sieht in dem Einhergehen von Albuminurie mit anscheinend ungestörtem Wohlbefinden und den Intermissionen in der Eiweissausscheidung bei diesen Albuminurien nichts prinzipiell Gegensätzliches gegenüber andern anatomisch verschieden begründeten Albuminurien und schreibt gleich Ott das von den früheren Autoren als differential-diagnostisches Merkmal betonte Fehlen von Formelementen im Sediment dem erschwerten Nachweis derselben vor dem Gebrauch der Centrifuge zu, er meint, alle Eigenschaften, welche die Form dieser Albuminurie speziell charakterisieren sollen, brauchen in unsern Augen nichts anderes als Eigentümlichkeiten wenig intensiver echter Albuminurie überhaupt zu sein. Osswald hält die Mehrzahl der beschriebenen Fälle von intermittierender Albuminurie für ablaufende resp. lang sich hinziehende Nephritiden und kommt zu diesem Schluss durch die Erwägungen, dass die betreffenden Patienten meist mit wirklichen Krankheitserscheinungen, allgemeinen Klagen zum Arzt kommen, welche dieselben sind wie bei gewöhnlichen Nephritiden (dieselben könnten auch lange Zeit ganz fehlen), dass die Klagen und die Anämie meist unter entsprechender Behandlung zugleich mit der Albuminurie verschwinden, dass bei vielen eine Nephritis infolge von Scarlatina oder Diphtherie direkt vorausgegangen, bei manchen sogar die genannte Albuminurie aus einer akuten

Nephritis unmittelbar hervorgegangen, an Stelle derselben sich oft eine akute Infektionskrankheit oder eine übersehene Angina in der Anamnese sich findet, dass das Fehlen von Formelementen, speziell von Cylindern nichts gegen Nephritis beweise, während in der Neuzeit eine grosse Reihe von ähnlichen Fällen öfter Cylinder gezeigt hat, dass periodischer Wechsel der Albuminurie gerade bei chronisch verlaufenden Nephritiden vorkommt, dass nach Leube Organveränderungen am Herzen nicht unbedingt vorhanden sein müssen. Für die Ursache der intermittierenden Albuminurie hält er „eine Gewebserkrankung der Nieren, die sich wahrscheinlich an den glomeruli abspielt (Häufigkeit nach Scharlach), eventuell nur an einzelnen Bezirken, während andere schon wieder gesundet sind und die normalen Funktionen übernehmen; oder allgemein gesagt eine nach der überstandenen Nephritis noch zurückgebliebene Undichtigkeit des Nierenfilters, die besonders durch Wechsel der Körperstellung und Anstrengungen noch vermehrt wird.“ Auch in dem für intermittierende Albuminurie geradezu pathognomonischen Auftreten des von Gerhardt und Müller beschriebenen Eiweisskörpers, des Nucleoalbumin, glaubt Osswald die Folge eines leichten Reizzustandes der Niere erblicken zu müssen.

Letztgenannter Umstand, die, wie auch Osswald anerkennt, der gewöhnlichen Nephritis gegenüber häufige und für die intermittierende Form der Albuminurie geradezu charakteristische Nucleoalbuminausscheidung giebt Keller einen Fingerzeig für die Erklärung dieser Albuminurie als einer von einem renalen Prozess abhängigen.

Solange man den bei Essigsäurezusatz zu dem Harn ausfallenden, von Gerhardt und Müller zuerst beschriebenen Körper für Mucin ansah, war es naheliegend, als den Ort seiner Entstehung die unteren Harnwege zu betrachten und sein Auftreten auf eine katarrhalische Reizung derselben zurückzuführen. Diese Anschauung musste noch mehr wie früher Widerspruch erfahren, als man die Natur dieses Eiweisskörpers erkannte und ihn den Nucleoalbuminen zuwies. Es zeigte sich, dass Nucleoalbumin vorzüglich in zellreichen Organen vorkommt und Lönnberg gelang es, nachdem schon andere dasselbe in verschiedenen Organen nachgewiesen hatten, seine Existenz in der Blasenschleimhaut und auch in der Niere, besonders der Marksubstanz

darzuthun. Das öftere Auftreten von Nucleoalbumin bei Blasenkatarrhen veranlasste Obermayer, eine vesikuläre Nucleoalbuminurie anzunehmen, andererseits glaubt er auch an eine renale Form und zwar verursacht durch eine Schädigung der Nierenepithelien, wozu ihn die Beobachtung von Nucleoalbuminurie bei Icterus, Diphtherie, Pneumonie, Typhus etc. führten, Krankheiten, bei denen nach Kundrat parenchymatöse Entartung der Epithelien, nicht jedoch entzündliche Erscheinungen in der Niere sich vielfach finden, und ferner das Auftreten einer beträchtlichen Nucleoalbuminausscheidung neben geringfügiger Albuminurie bei Kranken, welche mit nierenreizenden Substanzen wie Pyrogallol, Naphthol etc. behandelt wurden. Auf Grund des Befundes von Lönnberg glaubt Obermayer diese Epithelschädigung in der Medullaris der Niere suchen zu müssen. Der Trennung zwischen parenchymatöser Degeneration und eigentlicher Entzündung bei akuter Nephritis scheint auch der verschiedene Harnbefund zu entsprechen; hier reichlich Albumin und wenig Nucleoalbumin, dort umgekehrt, ein Verhalten, das vielleicht auf einen quantitativen oder qualitativen Unterschied der Noxe zurückzuführen sei.

Die Annahme einer renalen Nucleoalbuminurie findet Bestätigung durch die experimentellen Versuche von Pichler und Vogt und ihre Ursache scheint nach den Untersuchungen Aufrechts ebenfalls bei Tieren in einer Schädigung der Epithelien der tubuli contorti zu liegen.

Kossler weist darauf hin, dass in den bekanntesten klinischen Formen der Nucleoalbuminurie bei Fehlen von Eiweiss Cylindrurie mit Nucleoalbuminurie einhergeht und zwar zeigt sich eine Abhängigkeit der einen Erscheinung von der andern, wie die Beobachtung sowohl als auch die experimentellen Versuche wahrscheinlich machen. Da die Cylindrurie als Ausdruck einer Schädigung des Nierengewebes zu betrachten ist, liegt es nahe, das Syndrom von Cylindrurie und Nucleoalbuminurie als von einem renalen Prozess abhängig anzusehen. In den diesbezüglichen Fällen, die zur anatomisch-pathologischen Untersuchung kamen, fanden sich nie ausgeprägte entzündliche Veränderungen diffuser oder circumscripter Form, dagegen an den Epithelien der Harnkanälchen alle Stadien der Necrobiose der Zellen bis zur vollständigen Nekrose. Diese degenerativen Veränderungen

zeigten jedoch nicht eine gleichmässige Verteilung über grosse Nierenabschnitte, sondern eine herdförmig umschriebene.

Zweierlei lässt sich also aus dem Vorausgehenden folgern: Der Nucleoalbuminurie liegt mit grosser Wahrscheinlichkeit eine renale Veränderung zu Grunde und zwar in Gestalt einer parenchymatösen Degeneration ohne die exsudativen Erscheinungen, welche die Nephritis charakterisieren; ferner der Prozess ist kein über die ganze Niere verbreiteter, sondern ein circumscripter, wenn es auch noch zweifelhaft ist, auf welche Teile er sich beschränkt.

Da nun die intermittierende Albuminurie mit reichlicher Ausscheidung von Nucleoalbumin einhergeht, sieht Keller ihre Entstehungsursache in einer degenerativen Schädigung des Nierendrüsengewebes ohne jene nephritischen Exsudate. Mit dieser Annahme sieht er sich vor eine neue Frage gestellt: Wird diese Schädigung der Nierenepithelien durch eine Zirkulationsstörung hervorgerufen oder durch infolge veränderten Stoffwechsels gelieferte Körper. Dass in diesen Fällen die Ausscheidung von Harnsäure, Oxalsäure und Phosphorsäure nach verschiedenen Autoren nicht normal ist, lässt ihm die zweite Annahme als mehr zutreffend erscheinen.

Im Anschluss an diese Betrachtungen möchte ich das Nähere über eine Albuminurie mitteilen, die mich selbst betrifft. Im März des Jahres 1895 wurde nach einer längern Reise zufälligerweise zum erstenmal seit meinem 9. Lebensjahr der Harn auf Eiweiss geprüft und solches nachgewiesen; da jedoch der Urin der folgenden Nacht kein Eiweiss enthielt, wurde der Sache keine weitere Bedeutung beigelegt. Wie aus der Anamnese zu ersehen, wurde im Juli desselben Jahres wiederum Eiweiss im Harn gefunden, und erst von da an verfolgte ich den Vorgang genauer.

Anamnese:

Alter: 24 Jahre. Eltern des Patienten leben und sind gesund, ebenso die 4 Geschwister desselben. 2 Geschwister sind in jugendlichem Alter gestorben. Patient selbst hat im Alter von ca. 8 Jahren Scharlach, Diphtherie und Hautwassersucht durchgemacht, letztere im Anschluss an Diphtherie. Nach ca. 4 Wochen Heilung. Weiterhin war er immer gesund bis

zum 19. Lebensjahr, in welchem er zwei rasch einander folgende Anfälle von Influenza zu bestehen hatte. Von da ab war er wieder vollständig gesund. Im Alter von 23 Jahren musste sich Patient einer geringfügigen Operation in Chloroformnarkose unterziehen. Etwa 4 Monate später, während Patient durch intensives Studium auf das tentamen physicum sich vorbereitete, zeigten sich ausgesprochene Symptome von Neurasthenie in Form von heftigen, von Zeit zu Zeit auftretenden lancinierenden Schmerzen besonders in den Unterextremitäten. Durch geistige Ruhe und längeren Landaufenthalt wurden diese Erscheinungen während der Ferien zum Verschwinden gebracht. Infolge der Beobachtung, dass nach Treppensteigen (Patient wohnte damals im 4. Stock) der Herzspitzenstoss stark hebend sei, liess sich Patient etwa 3—4 Monate nach der zuletzt genannten Zeit, da auch die Militärzeit bevorstand, ärztlich untersuchen (Juli), bei welcher Gelegenheit Eiweiss im Urin nachgewiesen wurde. 3 Monate später stellte sich Patient beim Regiment, von dem er auf Angabe des ärztlichen Befundes der Klinik zur Beobachtung überwiesen wurde.

Über irgendwelche Beschwerden wie geschwollene Knöchel (auch nach grossen Märschen nicht), Schwellung im Gesicht, Kopfweh, Schwindel, Mattigkeitsgefühl, Nasenbluten, Störungen von seiten des Digestions- oder Respirationstractus hat Patient nicht zu klagen. Nur erinnert er sich, bei grössern Anstrengungen sehr erhöhte Herzthätigkeit und etwas Atembeschwerden bemerkt zu haben. Patient hat in letzter Zeit auch keine Angina gehabt, ist kein Potator, war nie luetisch oder gonorrhoisch infiziert.

Beim Eintritt in das Spital hat Patient abgesehen von leichtem Herzklopfen und Druckempfindlichkeit im Epigastrium nichts zu klagen.

Status praesens:

Mittelgrosser, kräftig gebauter Mann. Gesichtsfarbe etwas blass. Keine Ödeme oder Exantheme. Sinnesorgane nichts besonderes.

Lungen normal, normale Grenzen und Verschieblichkeit.

Herz: Dämpfung U. III. relativ, U. IV. absolut, nach rechts bis zum linken Sternalrand, nach links bis knapp in die Papillarlinie. Keine epigastrische Pulsation. Spitzenstoss im 5. I.-R.,

etwas verbreitert, am stärksten innerhalb der linken Papillarlinie zu fühlen, stark hebend.

Töne überall vollkommen rein. 2. Ton über dem ganzen Herzen, namentlich über den Gefässen stark accentuiert und klappend.

Puls mässig gespannt.

Abdomen: nichts Abnormes nachzuweisen.

Extremitäten: negativer Befund.

Urin: ohne Eiweiss.

9. X.

Patient fühlt sich ganz wohl, er steht seit gestern bei Tag auf, Urinmengen und spez. Gew. normal, Farbe des Urins hell, jedoch nicht auffallend blass.

Tag- und Nachtharn wird seit gestern getrennt gesammelt. Bei Untersuchung des gestrigen Urins mit Kochprobe keine deutliche Reaktion, im Tagharn Phosphate. Bei der Probe: Essigsäure und Ferrocyankalium minimale Trübung beider Mengen. Im zentrifugierten Sediment nichts besonderes, keine Cylinder, auch keine Epithelien.

10. X.

Gestern mittag 1 Glas Bier, abends 2 Glas Bier. Im gestrigen Tagharn mit Essigs.-Ferrocyank. geringe Trübung, im Nachtharn keine.

Heute mittag 2 Uhr Harn ohne E.; nach 3stündigem Spaziergang sowohl durch Koch- wie Essigs.-Ferrocyank.-Probe beträchtliche Eiweisstrübung erhalten. Bier wird wieder ausgesetzt.

14. X.

Im Tagharn konstant mit Essigs.-Ferrocyank.-Probe eine deutliche Eiweisstrübung nachzuweisen. Patient wohl, keine Ödeme.

Durch nicht regelmässige, jedoch sehr zahlreiche von November bis März angestellte Untersuchungen ergiebt sich, dass der Nachtharn stets frei von Eiweiss ist, der Tagharn solange, als keine ausgedehnteren Bewegungen erfolgen resp. Eiweiss verschwindet nach längerem ruhigen Verhalten, gleichgiltig welche Körperstellung hiebei eingehalten wird. Nucleoalbumin nicht beobachtet. Soweit als möglich Nierendiät.

Während der Osterferien (März und April) bot sich Gelegenheit, tägliche Untersuchungen vorzunehmen, die ein wesentlich anderes Bild zeigten. Der Nachtharn war noch immer frei von Eiweiss, doch trat solches sofort auf nach dem Aufstehen, vor Einnahme des Frühstücks in reichlicher Menge, um, wie Untersuchungen von 2 zu 2 Stunden ergaben, quantitativ immer mehr abzunehmen, bis etwa um 3 Uhr nachmittags jede Spur verschwunden war; selbst grössere Spaziergänge (bis zu 1½ St.) waren nicht im stande Albuminurie wieder hervorzurufen. Die am Abend angestellten Untersuchungen ergeben verschiedene Resultate; oft ist nur Nucleoalbumin nachzuweisen, manchmal auch daneben Eiweiss, zuweilen keines von beiden. Der Nachtharn ist stets frei von Nucleoalbumin, im Tagharn ist es regelmässig nachzuweisen, seine Menge scheint abhängig zu sein von der jeweiligen Quantität des ausgeschiedenen Eiweiss.

Harnmenge normal, ebenso spez. Gew., kein auffallender Unterschied hinsichtlich desselben zwischen Tag- und Nachtharn.

Um festzustellen, ob der Beginn der Eiweissausscheidung von der Zeit oder von dem Lagewechsel abhängig sei, untersuchte ich eines Tages den Harn morgens nach dem Erwachen: er enthielt kein Eiweiss; dann Frühstücksaufnahme im Bett und Verbleiben daselbst; nach 1 Stunde noch immer kein Eiweiss Nun stand ich auf und verharrte 1 Stunde in sitzender Stellung: jetzt war Eiweiss nachweisbar, wenn auch nicht in der nach dem Aufstehen sonst üblichen Menge. Während der folgenden Stunden erfuhr die Eiweissausscheidung bei gewöhnlichem Verhalten noch eine Steigerung.

Die während der Pfingstferien gemachten auf 6 Tage sich erstreckenden Beobachtungen möchte ich in Form einer Tabelle mitteilen. Das Eiweiss wurde durch die Kochprobe nachgewiesen, wo diese kein Resultat lieferte, wurde zur Probe mit Essigs.-Ferrocyank. gegriffen. Es wurde um 8 Uhr morgens aufgestanden, um 10 Uhr abends zu Bett gegangen. Soweit nicht anders bemerkt, wurde die Zeit zu Hause in gewöhnlicher Weise hingebracht.

	— 8 h	10 h	12 h	2 h	4 h	7 h	10 h
21. V.	0	reichlich E.	geringer	noch geringer	Trübung	nach 2 stünd. Spaziergang etwa wie um 4 h	Trübung
22. V.	0	reichlich E.	noch ziemlich reichlich	geringer	Opalescenz	nach 1 stünd. Spazierg. nur durch Essigs. etc. nachweisbar	Trübung
23. V.	0	knapp $1^{0}/_{00}$ Esb.	—	—	—	—	—
24. V.	0	reichlich $1^{0}/_{00}$ Esb.	geringer C. $^{1}/_{4}{}^{0}/_{00}$ Esb.	noch geringer	schwache Trübung	nach $2^{1}/_{2}$ stünd. Spaziergang keine vermehrte Trübung	noch Trübung nach nochmaliger Bewegung.
25. V.	0	reichlich E.	gering	gering	Trübung	nach 2 stünd. Sparzierg. etwa wie um 4 h	geringer Niederschlag
7. VI.	0	C. $1^{0}/_{00}$ Esb.	noch ziemlich reichlich	noch immer positiv	nur durch Essigs. etc. nachweisbar	nach Spaziergang reichlicher	8 h bedeutend geringer.

Am 26. Mai sollte geprüft werden innerhalb welcher Zeit das am betreffenden Tag vorhandene Maximum, das ja immer in die erste Zeit nach dem Aufstehen fällt, durch Horizontallage zum Verschwinden gebracht werden kann und wie sich die quantitative Eiweissausscheidung gestaltet, wenn die Lage dann wieder gewechselt wird.

Nachdem der Harn um 10 h 1‰ Esb. gezeigt hatte, hielt sich Pat. von da an bis 11 h in Horizontallage und untersuchte dann den Urin: er war etwas blasser und enthielt nach beiden Proben Eiweiss noch in geringer Menge (Trübung). Die Horizontallage wurde weiter innegehalten und um 12 h erschien der Harn noch blasser, jedoch konnte weder durch Kochen, noch durch Essigs. und Ferrocyank. Eiweiss mehr nachgewiesen werden. Auch das Nucleoalbumin war verschwunden. Nun wurde die Horizontallage wieder aufgegeben. Um 2 h erschien der Harn wieder konzentrierter, Kochprobe negativ, Essigs. und Ferrocyank. = geringe Trübung.

Vom 27. V. — 6. VI. wurde die 24stünd. Harnmenge gemessen, ihr spez. Gew. festgestellt und der Eiweissgehalt der Gesamtmenge ermittelt. Erstere bewegte sich entsprechend der geringen Flüssigkeitszufuhr zwischen 900 und 1100 ccm, das Gewicht schwankte zwischen 1017 und 1019; quantitative Eiweissbestimmungen des Gesamtharns nach Esbach ergaben nie mehr als höchstens c. ¼‰, dagegen liess sich des öftern auch Eiweiss durch die Kochprobe gar nicht, durch Essigs. und Ferrocyank. nur in geringem Grade nachweisen.

Im September machte ich während 6 Tagen wieder Untersuchungen auf quantitative Bestimmung der Maximal-Eiweiss-Ausscheidung: sie schwankte noch immer zwischen 0,5 und 1,0‰ Esbach. Der Typus ist noch der gleiche. Die 24stündige Harnmenge und das spez. Gew. derselben steht im Verhältniss wie 1300 : 1017, 1100 : 1021, 1100 : 1024, 1400 : 1020, 1250 : 1020, 1700 : 1015. Der Eiweissgehalt der Gesamtmenge war nie mehr, als dass er im Esbach einen Bodenbelag gebildet hätte, durch Kochen war er immer mehr oder weniger deutlich, durch Essigs. und Ferrocyank. immer sehr deutlich nachweisbar. Auch in der 24 stündigen Harnmenge trat Nucleoalbumin noch hervor.

Das durch Centrifugieren gewonnene spärliche Sediment liess trotz vielfacher und genauer Untersuchungen nie Cylinder oder

charakteristische Epithelien erkennen, einige Male mehrere Leukocyten, 1 mal reichlich rote Blutkörperchen, die nach 2 Tagen ziemlich, nach 4 Tagen vollständig verschwunden waren; dagegen fanden sich in jedem Präparat Krystalle von oxalsaurem Kalk in geringer oder grösserer Menge, oft so zahlreich, dass geradezu Krystall neben Krystall lag.

Zur Untersuchung wurde vorzugsweise der Harn benützt, der am meisten Eiweiss enthielt.

Eine im November vorgenommene Untersuchung des Körpers ergiebt nichts von dem vorjährigen Befund wesentlich abweichendes. Das Aussehen ist blühend, die Grenzen der absoluten Herzdämpfung sind dieselben geblieben, der 2. Aortenton lässt sich nicht direkt als klappend bezeichnen. Weiterhin wurde von der Arteria radialis beiderseits eine Pulskurve aufgenommen, die unter sich keine wesentlichen Differenzen aufweisen. Die Spitze ist nicht immer ganz scharf, wogegen die Rückstosselevation deutlich ausgeprägt erscheint. Die ophthalmoskopische Untersuchung des Augenhintergrunds zeigt den centralen Bindegewebsmeniskus sehr deutlich, die Maculargegend präsentiert sich samtartig glänzend mit feinen grauen Einlagerungen. Das linke Auge ist emmetropisch = $^6/_6$ D., das rechte myopisch = 0,5 D. Sehschärfe, Gesichtsfeld, Farbensinn, Lichtsinn normal.

Wie aus dieser Schilderung ersichtlich, änderte in dem vorliegenden Fall die intermittierende Albuminurie während der Beobachtungszeit ihren Charakter. Die in der Klinik und weiterhin bis zum März von mir angestellten Untersuchungen ergeben, dass die Albuminurie, gleichviel ob Patient im Bett liegt oder den gewöhnlichen häuslichen Beschäftigungen obliegt, cessiert, sobald er jedoch eine mässige nur kürzere Zeit währende Bewegung (etwa einen Sparziergang von $^1/_4$—$^1/_2$ St.) ausgeführt, in leichtem Grad in die Erscheinung tritt, um dann bei Wiedereintritt der vorher gegebenen Verhältnisse wieder zu verschwinden. Es handelte sich also in dieser Zeit in gewissem Sinne um eine physiologische Albuminurie Senators, jedoch nur bis zu einem gewissen Grad, denn der durch mässige Bewegung leicht hervorzurufende Eintritt derselben deckt sich ceteris paribus (auch die Menge des Eiweiss, wenn auch nicht metrisch bestimmt, überstieg sicher nicht das von Senator zugestandene Quantum) nicht mit der Forderung Senators dahingehend, dass die physiologische

Abuminurie erst nach grösseren Muskelanstrengungen auftreten darf. Wir haben es demnach sozusagen mit einer excentrisch physiologischen Albuminurie zu thun.

Ein ganz anderes Bild bietet sich der Beobachtung in der folgenden Zeit. Eiweiss tritt auf sofort morgens nach dem Verlassen des Bettes, nachdem sich der Nachtharn als eiweissfrei erwiesen, in einer für den Tag maximalen Menge, die Albuminurie bekundet den Tag über einen quantitativ regressiven Charakter, unbeeinflusst von den bei der physiologischen Albuminurie Senators (und damit auch bei dem vorhergehenden Typus) oder wirklichen Nierenerkrankungen in Betracht kommenden Momenten, um, wie öfter beobachtet, in den Nachmittags- oder auch Abendstunden vollständig zu verschwinden. Diesen Typus zeigt die Albuminurie Tag für Tag. Wohl vermag ab und zu eine ausgiebige Muskelanstrengung den Eiweissgehalt des Urins zu steigern oder Albuminurie wieder hervorzurufen, doch meist ist dies nicht der Fall. Mit dem Harn ist eine Veränderung vorgegangen, die Eiweissausscheidung im Stadium des Maximums erreicht eine Höhe bis zu 1‰ Esbach und darüber, ferner zeigt sich der vorher nicht beobachtete Eiweisskörper, das Nucleoalbumin. Das Sediment zeigt keine Cylinder, dagegen immer reichlich Kalkoxalat. Durch 2 stündige Horizontallage gelingt es die Albuminurie in ihrem Höhestadium zu koupieren.

Ist das nicht das Bild, wie es Klemperer als für die cyklische Albuminurie charateristisch entwirft?

Wenn irgend einer, so dürfte unser Fall allein Stirling das Recht geben, die cyklisehe Albuminurie eine Albuminurie der Lage zu nennen. Wie in keinem in der Litteratur verzeichneten Fall ist das Einsetzen der Albuminurie hier so und allein abhängig von dem Übergang des Körpers aus der horizontalen in die vertikale Lage, während die quantitative Eiweissausscheidung noch beeinflusst wird davon, ob sitzende oder stehende Stellung gewählt wird.

Nicht uninteressant scheint mir der Versuch vom 26. V. zu sein insofern, als nicht, wie man erwarten sollte, nachdem die Albuminurie durch zweistündige Horizontallage behoben und der Körper wieder in Vertikallage übergegangen war, eine Eiweissausscheidung erfolgte in einer Menge, wie sie morgens nach dem Verlassen des Bettes zu sehen ist, sondern die Albuminurie nach

2 stündigem Verhalten in vertikaler Lage so gering war, dass sie durch Kochprobe gar nicht nachgewiesen werden konnte. Ich glaube daraus folgern zu müssen, dass sich der Cyklus nur in negativer Richtung, nicht dagegen in positiver beeinflussen lässt. —

Arnozan spricht sich über die „intermittierende Form gewisser Albuminurien“ dahin aus, dass der Kranke während des Tages eine grössere Menge schädlicher Stoffe durch die Niere ausscheidet als während der Nacht. Ob wohl das Hellerwerden des Harns während obigen Versuchs mit dem Verschwinden des Eiweiss der Ausdruck einer solchen qualitativen Veränderung des Urins ist?

Wenn die cyklische Albuminurie als eine spezielle Art der physiologischen Leubes Integrität des Nierengewebes beansprucht, so müssen die bei der Beurteilung der letzteren in Betracht kommenden Gesichtspunkte auch Geltung haben für die erstere. Betrachten wir unsern Fall auf Grund eben dieser Gesichtspunkte, so ergiebt sich hier: Harncylinder wurden nie gefunden, eine Herzhypertrophie ist nicht mit Sicherheit nachzuweisen, das sphygmographische Bild des Pulses zeigt keine auffallende Abnormität, die ophthalmoskopische Untersuchung hat nichts wesentliches zu Tage gefördert; dagegen enspricht die Menge des ausgeschiedenen Eiweiss nicht den Forderungen Leubes. Während er nur eine Trübung bei physiologischer Albuminurie zugeben will, haben wir hier einen im Stadium der Maximalausscheidung bis 1‰ Esbach Eiweiss aufweisenden Harn vor uns, während andererseits die Bemerkung Leubes, dass man bei jenen nicht nur spurenhaft angedeuteten Albuminurien oft Kopfschmerzen, dyspeptische oder andere Intoxikationserscheinungen als Zeichen einer Urämie ermittelen, durch unsern Fall keine Bestätigung findet. Die Diagnose physiologische Albuminurie stellt Leube erst nach Berücksichtigung der genannten Punkte und womöglich Beobachtung während eines Jahres, wenn sich inzwischen keine urämischen Symptome eingestellt haben: Die ersten 4 Bedingungen sind in unserm Fall erfüllt, die Albuminurie ist seit $^{5}/_{4}$ Jahren beobachtet, urämische Symptome sind nie hervorgetreten.

Der Erklärungsversuch Leubes für die physiologische Albuminurie könnte auch auf die cyklische angewendet werden und er würde eher ein Verständnis nicht nur für die Entstehung der cyklischen Albuminurie im allgemeinen, sondern auch für

ihren Verlaufstypus geben als manche der andern Erklärungen für diese Art von Albuminurie.

Nach Ausschluss einer Nierengewebsaffektion kämen die für cyklische Albuminurie von verschiedenen Autoren zur Erklärung angezogenen Momente in Betracht. Nach Klemperer handelt es sich um Leute mit etwa anämischem, vielleicht auch abgemagertem Aussehen. Dies trifft für unsern Fall nicht zu. Dagegen die Neurasthemie, welche, in der Anamnese genauer geschildert, auch heute noch besteht, wenn auch mit weniger deutlichen Symptomen. Weidenfeld erblickt in ihr, d. h. in einer Einwirkung des Nervensystems eine Ursache für Albuminurie. — Mit dem Nichtvorhandensein der Anämie kommt auch die Erklärung Teissiers für unsern Fall nicht in Betracht. Noorden schliesst aus der vermehrten Ausscheidung von oxalsaurem Kalk, Harnstoff, Harnsäure und Phosphorsäure auf eine allgemeine Stoffwechselerkrankung. Die gesteigerte Kalkoxalatausscheidung trifft für den vorliegenden Fall zu, doch wurden genauere Stoffwechseluntersuchungen nicht gemacht.

Wenn wir bei ausserhalb des Kreises der gewöhnlichen stehenden Albuminurien nur das Verhalten des Nierengewebes ins Auge fassen wollen, so handelt es sich hier um 3 Möglichkeiten: entweder ist dasselbe normal, oder es befindet sich im Zustand der Entzündung, oder es weist diffuse oder partielle Veränderungen auf, die keiner der bekannten Nierenerkrankungen eigentümlich und vielleicht in der Mitte stehend zwischen den beiden andern Möglichkeiten eine Erklärung für die Eiweissausscheidung mit dem Harn geben könnten. Es ist schon oben angedeutet, dass in der neueren Zeit eine Tendenz besteht die frühere Ansicht, welche zu einer Koincidenz der physiologischen und cyklischen Albuminurie mit gesunden Nieren neigte, zu verlassen und jeder Albuminurie eine Veränderung des Nierengewebes in dem einen oder andern Sinn zu supponieren. Folgen wir dieser Strömung, so müssen wir der Anamnese besondere Berücksichtigung schenken. So verlockend es erscheinen möchte in unserm Fall auf den vor 16 Jahren überstandenen Scharlach und die damit einhergehende Wassersucht zurückzugreifen, hat der Gedanke einer 16 Jahre latent verlaufenden Albuminurie, die noch dazu nach dieser Zeit keinen grössern Umfang gewonnen oder die Folgen lange bestehender Albuminurien veranlasst und

während dieser Zeit nie das Allgemeinbefinden alteriert haben sollte, etwas Abenteuerliches und ausserdem geht aus einer diesbezüglichen Statistik Flensburgs deutlich hervor, dass die intermittirende Albuminurie wohl kaum auf frühere weit zurückliegende Infektionskrankheiten zurückgeführt werden darf. Aus demselben Grunde möchte ich auch die 5 Jahre vor der Konstatierung der Albuminurie durchgemachte Influenza, in deren Verlauf ja auch keine Nierenstörung eruiert wurde, zur Erklärung der jetzigen Albuminurie nicht heranziehen. Der ganze Verlauf der Albuminurie und der sonstige Befund lässt eher den Schluss zu, dass sie noch nicht sehr lange besteht, doch bezüglich der Möglichkeit einer Nierenschädigung in den letzten Jahren ist aus der Anamnese nichts zu ersehen. — Das Fehlen von Harncylindern beweist nach Leube nichts gegen eine Nephritis. — Dass keine allgemeinen Krankheitserscheinungen ähnlich denen bei Nephritis vorliegen, wurde schon mehrfach erwähnt. — Dass periodischer Wechsel der Albuminurie gerade bei chronisch verlaufenden Nephritiden vorkommt, ist bekannt, doch ebenso bekannt ist, dass dieser Wechsel, soweit nicht von anatomischen Prozessen, von bestimmten äusseren Anlässen, insbesondere der Muskelthätigkeit abhängig ist — was für unsern Fall sicher nicht zutrifft —, weshalb diese Albuminurie auch nicht das Bild einer regelmässigen Periodicität bietet, sondern gemäss ihrem Verlauf, wenn intermittierend, der Albuminuria intermittens irregularis zuzuweisen ist. — Die Nucleoalbuminurie, die auch in unserm Fall deutlich hervortritt, wird von allen Seiten als ein renaler Prozess angesehen. Keller stützt sich mit dieser seiner Behauptung auf das von Kessler nachgewiesene Syndrom von Nucleoalbuminurie mit Cylindrurie und die an seinen als „cyklische Albuminurie“ beschriebenen Fällen übereinstimmend damit gemachten Beobachtungen. In unserm Fall besteht Nucleoalbuminurie, aber keine Cylindrurie.

Fassen wir das Ganze noch einmal zusammen, so haben wir bei unserm Fall, was den Verlauf der nur während des Tages stattfindenden Albuminurie anlangt, zwei Perioden zu unterscheiden; eine, in welcher die Albuminurie annähernd den Charakter der physiologischen Albuminurie Senators an sich trägt, und eine zweite, in welcher sie in den Rahmen der von Klemperer näher beschriebenen cyklischen Albuminurie passt. Die Eiweissausscheidung ist im Ganzen seit $^5/_4$ Jahren beobachtet, etwa

½ Jahr davon entfällt auf die erste, die übrige Zeit auf die zweite Periode. Aus dem ganzen näheren Befund glaube ich keine Anhaltspunkte für die Annahme einer nephritischen Veränderung des Nierengewebes spez. einer genuinen Schrumpfniere als Grundlage der Albuminurie gewinnen zu können, doch auch zu einer Stellungnahme gegenüber den andern bezüglich des Verhaltens der Nieren in Betracht kommenden Möglichkeiten halte ich mich auf Grund der Untersuchungen nicht für berechtigt. Bei der Beurteilung dieser Albuminurie scheint mir die grösste Schwierigkeit in dem Wechsel ihres Verlaufstypus zu liegen. — Eines wird wohl mit Sicherheit zu schliessen sein, nämlich dass die Albuminurie, wie sie sich jetzt zeigt, keine stationäre ist. Ob der Übergang von einer physiologischen Albuminurie zu einer cyklischen einer Verschlimmerung des Leidens gleichkommt und wie der weitere Verlauf sein wird, darüber lässt sich vorläufig nichts sicheres sagen.

Saurierfunde im Fränkischen Keuper

von Dr. Max Blanckenhorn.

Während die Keuperformation Württembergs in Bezug auf die in ihr gemachten zahlreichen Funde wohlerhaltener Saurierreste[1]) eine förmliche Weltberühmtheit erlangt hat, ist derselbe Keuper im benachbarten Frankenlande nur arm an solchen Resten. Die hier gemachten Funde weisen zudem fast durchgehend nur einzelne oder eine geringe Anzahl Knochen oder Zähne von Saurierindividuen auf, niemals ganze Skelette oder auch nur ganze Schädel, so dass die genaue Bestimmung oft genug Schwierigkeiten macht. Um so mehr ist jeder neue, wenn auch geringfügige Fund zu begrüssen, der uns in der Deutung der Fränkischen Keupersaurier um einen Schritt weiterführt.

Eine Aufzählung der bis jetzt aus dem Fränkischen Keuper bekannten Arten von Sauriern d. h. Amphibien und Reptilien liefert folgendes Ergebnis:

A. Amphibia.

Ordnung: Stegocephali.

Familie: Labyrinthodontidae.

Mastodonsaurus giganteus Jaeg.

Salamandroides giganteus Jaeger. Über Fossile Reptilien Württembergs p. 34—39.

Mastodonsaurus giganteus Jaeger. Bulletin de la Soc. géol. de France 1833. III, p. 86.

---

1) Vgl. E. Fraas: Die schwäbischen Triassaurier nach d. Material d. Kgl. Naturalien-Sammlung in Stuttgart zusammengestellt mit Abbildungen der schönsten Schaustücke. Festgabe d. Königl. Naturalien Cabinets in Stuttgart zur 42. Versammlung d. deutsch-geol. Ges. Mitth. a. d. K. Nat. Cab. z. Stuttgart N. 5 1896.

Jaegeri Sandberger. Die Gliederung d. Würzburger Trias und ihrer Äquivalente. Würzb. naturw. Zeitschr. IV. 1866 7 p. 199.

M. giganteus Sandberger. Übers. der Verstein. d. Triasform. Unterfrankens. Verh. d. Phys. med. Ges. Würzburg N. F. 1890 p. 36.

Sehr selten im Anoplophorensandstein (untere Lettenkohlengruppe) des Eisenbahneinschnitts am Faulen Berg bei Würzburg (Unterfranken).

Mastodonsaurus granulosus E. Fraas.

M. Jaegeri Sandberger. Gliederung d. Würzb. Trias 1866/7 p. 196.

M. granulosus E. Fraas. Die Labyrinthodonten der schwäbischen Trias. Palaeontographica XXXVI, 1889/90 p. 94.

— Sandberger. Übersicht d. Verst. d. Trias f. Unterfrankens. 1890 p. 35.

Platte im Bairdienkalk oder Glaukonitischen Kalk (Basis der unteren Lettenkohlengruppe) von Höchberg (Unterfranken).

Mastodonsaurus Andriani Münst.

M. Andriani Münster. Beiträge z. Petrefaktenkunde I 1839 p. 110, t. 13, f. 8.

M. A. v. Meyer. Zur Fauna d. Vorwelt. Die Saurier d. Muschelkalks mit Rücksicht auf d. Saurier d. Bunten Sandsteins u. Keupers 1847 bis 55, p. 171 t. 64, f 4 und 7.

Zähne aus dem Keupersandstein von Würzburg und Lösau bei Bayreuth.

Mastodonsaurus Meyeri v. Münst.

v. Münster. Vorläufige Nachricht üb. einige neue Reptilien im Muschelkalk v. Bayern. Leonhard u. Bronn. Jahrb. f. Mineralogie 1834, p. 527 und Beiträge z. Petrefaktenkunde, I, 1843, p. 111.

Zähne aus dem Keupersandstein von Bayreuth (Oberfranken).

Mastodonsaurus sp.

Thürach. Gliederung d. Keupers im nördl. Franken. Geognost. Jahresh. I 1888, Cassel, p. 112.

Knochenschilder und Zähne in der Acrodusbank der untern Estherienschichten (Gypskeuper) bei Kaupenheim, Ipsheim, Burgbernheim und Atzenhofen bei Leutershausen in Mittelfranken.

Mastodonsaurus sp. sp.

v. Meyer. Saurier des Muschelkalks p. 151, t. 64, f. 8—9.

Zähne aus dem Keupermergel von Lösau bei Bayreuth (Oberfranken).

Metopias diagnosticus v. Mey.

v. Meyer. Beiträge z. Paläontologie Württembergs 1844 p. 19, t. 10, f. 1.
E. Fraas. Die Labyrinthodonten 1889, p. 137—156, t. 11, f. 5—9, t. 12—16
Sandberger. Übers. d. Verstein. d. Trias. 1890, p. 42 u. 44.
v. Gümbel. Geologie v. Bayern II 1894, p. 736 u. 738.

1. Selten in den Estherienbänken mit *Estheria laxitesta* des Gypskeupers Unterfrankens.

2. Sehr selten im Schilfsandstein Unterfrankens und Mittelfrankens.

3. Mehrere Kehlbrustplatten aus der Blasensandsteinstufe bei Heilsbronn östlich Ansbach (Mittelfranken).

Metopias sp.

Thürach. Gliederung d. Keupers im nördl. Franken. Geogn. Jahresh. 1889, p. 38.
E. Fraas. Labyrinthodonten 1889, p. 140.

Schädelfragment gefunden „dicht über dem Schilfsandstein" beim Eisenbahnbau bei Atzenhofen östlich Dombühl (Mittelfranken.)

Capitosaurus arenaceus v. Münst.

Münster. In Leonhard u. Bronn. Jahrbuch f. Mineralogie 1836, p. 580.
v. Meyer. Beiträge z. Paläontologie Württembergs 1844 p. 10.
— Saurier d. Muschelkalks 1847—55, t. 59, f. 3—5.
v. Gümbel. Die geognost. Verhältn. d. fränk. Triasgebietes. Bavaria IV, 1, 1866 p. 58.
Thürach. Gliederung d. Keupers im nördl. Bayern. 1888 p. 104.

Schädel im Benker oder Capitosaurussandstein (Äquivalent der Gypsmergel in der obern Abteilung der Stufe der *Myophoria Raibliana* im östlichen Franken) bei Benk nördlich Bayreuth (Oberfranken).

Capitosaurus sp.

Thürach. 1888. l. c. p. 134.
v. Gümbel. Geologie v. Bayern II, 1894, p. 738.

Knochenschilder und Zähne im Schilfsandstein am Schwanberg bei Iphofen (Unterfranken).

Unbestimmte Knochenschilder von Labyrinthodonten. Schilfsandstein von Schnelldorf.

Unbestimmte Zähne von Labyrinthodonten.
Schilfsandstein von Schalkhausen.

Fussspuren von Labyrinthodonten?

v. Gümbel. Erläuterungen z. Blatt Bamberg 1887, p. 8.
Thürach. l. c. 1889, p. 38.
v. Gümbel. Geologie von Bayern II, 1894, p. 741.
Beyschlag. Erl. z. geol. Spezialk. v. Preussen u. d. Thüring. Staaten. Blatt Heldburg 1895, p. 10 u. 14.

Kleine fünflappige Fährten eines Chirotherium-artigen Sauriers im

1. Blasensandstein an der Station Sachsen östlich Ansbach (Mittelfranken).
2. „Unteren Semionotensandstein" des nördlichen Franken.

B. Reptilia.

Ordnung: Sauropterygia.

Familie: Nothosauridae.

Nothosaurus sp.

N. sp. v. Meyer. Saurier des Muschelkalks 1847—65, p. 151, t. 29, f. 14, t. 64, f. 9.
N. Münsteri v. M. Sandberger. Gliederung d. Würzburger Trias 1866/67, p. 166.
N. sp. Thürach. Gliederung des Keupers im nördl. Franken 1888, p. 97 u. 128.
N. sp. Sandberger. Übersicht d. Verst. d. Triasf. Unterfrankens 1890 p. 35, 37, 41.
N. sp. v. Gümbel. Geologie v. Bayern II, 1894 p. 736.

1. Zähne selten im Bairdienkalk des untern Lettenkeupers am rothen Kreuz und Krainberg in Unterfranken.
2. Selten im Grenzdolomit des obern Lettenkeupers in Unterfranken.
3. Zähne in der Bleiglanzbank der Stufe der *Myophoria Raibliana* von Ulsenheim bei Uffenheim und Bergtheim (Mittelfranken).
4. Selten in den Estherienbänken des Gypskeupers Unterfrankens.
5. Zähne, Wirbel und Knochenreste in den mittleren Estherienschichten der Reitsteige bei Ipsheim (Mittelfranken).
6. Knochenreste in denselben Schichten an der Bodenmühle mühle bei Bayreuth (Oberfranken).
7. Zahn- und Halswirbel im Keupermergel von Lösau bei Bayreuth (Oberfranken).

Ordnung: Crocodilia.
Unterordnung: Parasuchia.

Belodon sp.

Nies, F. Beiträge z. Kenntn. d. Keupers im Steigerwald. In. Diss. Würzburg 1868, p. 56.
Thürach. l. c. 1888 p. 112, 1889 p. 38.
v. Gümbel. Geologie v. Bayern II, p. 736.

1. Zähne in der Acrodusbank der unteren Estherienschichten von Kaubenheim (Mittelfranken).

2. Unterkiefer im Blasensandstein von Schwanberg bei Ipfhofen (Unterfranken).

Ordnung: Dinosauria.
Unterordnung: Theropoda.
Familie: Megalosauridae.

Zanclodon bavaricus E. Fraas.

Sandberger. Bemerkungen über d. Grenzregion zwischen Keuper und Lias in Unterfranken. Sitzungsb. d. phys. med. Ges. Würzburg 1884. p. 37.
Thürach. l. c. 1889 p. 73.
Sandberger, *Zanclodon* im obersten Keuper Unterfrankens. Neu. Jahrb. f. Min. 1894, I, p. 203.

Glänzend schwarze Knochen (linker Vorderarm, Schambein, Halsrippe und oberer Schwanzwirbel) aus dunkelgrauem Schieferthon oder Zanclodonletten (10 m) über einer Dolomitbank (4 m) und direkt unter gelblichem Rhätsandstein mit Pflanzenresten. Brunnenschacht in Altenstein bei Marolsweisach (Unterfranken).

Plateosaurus Engelhardti v. Mey.

Engelhardt. Amtlicher Bericht üb. d. Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte zu Stuttgart 1834 p. 83.
Plateosaurus Engelharti v. Meyer. Mitteilung an Prof. Bronn. Neu. Jahrb. f. Min. 1837 p. 316.
Plateosaurus Engelharti v. Mey. Saurier des Muschelkalks u. s. w. 1847—55, p. 152—4, t. 68—69.
Belodon Kapfii und *Plieningeri* v. Gümbel. Bavaria IV 1. 1866, p. 49.
Zanclodon laevis und *crenatus* v. Gümbel. Erläuterungen zu Blatt Bamberg d. geogn. Karte d. Königr. Bayern. 1887. p. 14.
Zanclodon Hagen. Die geolog. Verh. d. Umgegend Nürnbergs 1886, p. 12.
Belodon Thürach. l. c. 1889, p. 73.
Plateosaurus Engelhardi v. Zittel. Handbuch d. Paläontologie I. 3. 1887—90, p. 721.

Zanclodon v. Gümbel. Geog. Beschr. d. Fränk. Alb, Frankenjura, 1891, p. 416.

Plateosaurus Engelhardti und *Belodon* v. Gümbel. Geologie v. Bayern II 1894, p. 745.

Zahlreiche Knochenteile aus einer dolomitisch-mergeligen teilweise etwas sandigen Konglomerat- oder Breccienbank im oberen roten Keuperletten, Feuerletten oder Zanclodonletten von Heroldsberg und vom Eisenbahneinschnitt bei Lauf unweit Nürnberg (Mittelfranken).

Saurier unbestimmter Stellung.

Wirbel aus dem Keupersandstein von Geissfeld (vgl. v. Meyer. Saurier d. Muschelkalks p. 152).

Gruppieren wir die genannten Fossilien nach ihrem geologischen Auftreten in den einzelnen Stufen des fränkischen Keupers, so erhalten wir folgende Übersicht:

I. Unterer Keuper oder Lettenkohle.

A. Untere Lettenkohlenschicht.
   1. Bairdienkalk oder Glaukonitischer Kalk:
      Mastodonsaurus granulosus Fraas und *Nothosaurus sp.*
   2. Blauer Dolomit.
   3. Weissgrauer Schiefer.
   4. *Anoplophora*-Sandstein.
      Mastodonsaurus giganteus Jaeg.

B. Mittlere Abteilung oder Hauptlettenkohlensandstein und Pflanzenthone.

C. Obere Abteilung oder Grenzdolomitregion.
   Nothosaurus sp.

II. Mittlerer oder bunter Körper.

A. Untere Abteilung oder Gypskeuper.
   1. Grundgypsschichten.
   2. Stufe der *Myophoria Raibliana.*
      a) Untere bunte Mergel mit Sandsteinbänkchen.
      b) Bleiglanzbank oder Bank der *Myophoria Raibliana.*
         Nothosaurus sp.

c) Obere bunte Mergel mit Gyps und Kieselsandsteinbänken, im Osten am Urgebirgsrand Benker Sandstein:
Capitosaurns arenaceus v. Münst.

3. Stufe der *Estheria laxitesta:*
a) Untere Estherien- und Corbula-Bänke (nebst Acrodus-Bank):
Mastodonsaurus sp., *Metopias diagnosticus* v. Mey. und *Belodon sp.*
b) Mittlere Estherienschichten:
Nothosaurus sp.
c) Obere Estherienschichten und Gypsmergel.

B. Mittlere Abteilung.

1. Schilfsandstein:
Metopias diagnosticus v. Mey, *Capitosaurus sp.* und andere Labyrinthodonten.
2. Stufe der Berggyps und Lehrbergschichten:
Metopias sp.

C. Obere Abteilung.

1. Stufe des Blasensandsteins und des von Gümbel und Thürach sogenannten unteren Semionotensandsteins:
Metopias diagnosticus v. Mey. *Chirotherium* (?)-artige Fährten, *Belodon sp.*
2. Stufe des Burgsandsteins (im weiteren Sinne).
3. Stufe des oberen roten Keuperlettens, oder der Feuerletten, Zanclodonschichten.
Plateosaurus Engelhardti v. Mey, *Zanclodon bavaricus* Fraas.

Nicht genauer bekannt ist das Lager von folgenden Sauriern:
Mastodonsaurus Meyeri v. Münst.,
Andriani Münst. und *Mastodonsaurus sp.*

Die Originale zu allen diesen angeführten Funden sind innerhalb der bayerischen Grenzen in die fünf grösseren öffentlichen paläontologischen Sammlungen verstreut, die Sammlungen des Paläontologischen Museums und des Königl. Oberbergamts in München, der Mineralogisch-geologischen Institute in Erlangen und Würzburg und diejenige des Kreises Oberfranken in Bayreuth,

Den genannten Sammlungen ist neuerdings noch diejenige der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg anzureihen, welche eine Anzahl vorzüglich erhaltener, noch nirgends erwähnter oder beschriebener Knochen von *Plateosaurus Engelhardti* enthält, auf die ich zum Schluss dieser Schrift näher eingehen werde.

Die geologisch-paläontologische Sammlung des Mineralogisch-geologischen Instituts zu Erlangen enthält nur Fundstücke aus der weiteren Umgebung von Erlangen und Nürnberg (Mittelfranken). Vertreten waren bisher zwei Gattungen *Metopias* und *Plateosaurus*. Die letztere freilich durch sämmtliche überhaupt bis jetzt beschriebenen Originalstücke, sowie auch eine Anzahl unbeschriebener Reste, die von mehreren Fundpunkten stammen, so dass wenigstens in dieser einen Beziehung unsere Sammlung vor allen andern einen Vorzug hat.

Von **Metopias** liegt mir vor: Ein 15 cm langes Fragment, entsprechend der vorderen zugespitzten Hälfte der rechten Kehlbrustplatte von *Metopias diagnosticus*, wie sie E. Fraas, Labyrinthodonten t. 15 verkleinert abbildet und p. 155 beschreibt. Die dem Stück beiliegende alte Etiquette: „Belodonschuppen, Keuper bei Heilsbronn", lässt darauf schliessen, dass es zu den von Prof. Pfaff in Erlangen seinerzeit bei Heilsbronn zwischen Ansbach und Nürnberg gesammelten grossen Knochenschildern gehört, welche Thürach l. c. p. 38 erwähnt und deren übrige Originale sich im paläontologischen Museum zu München befinden sollen. Der Knochen haftet auf einem mittelkörnigen, hellrötlichen Sandstein mit zahlreichen, schwarzen Manganflecken, wie man sie besonders in der Stufe des Blasensandsteins, speziell in dessen Oberregion, welche Thürach dem Coburger Bausandstein parallelisiert, findet.

Zu **Plateosaurus Engelhardti** v. Mey. gehören aus der Erlanger Sammlung:

A. Die sämmtlichen Originale H. v. Meyers, ungefähr 45 Knochenteile, welche einst in den 30er Jahren Professor Dr. Engelhardt aus Nürnberg aus einer Bank der oberen roten Keuperletten oder von v. Gümbel sogenannten Zanclodonletten bei Heroldsberg nordwestlich Nürnberg gewann und v. Meyer zur Bearbeitung überliess. Die Sammlung gehörte bis zum letztverstrichenen Winter 1896/97 dem hiesigen zoologischen Institut

an, wo sie so gut wie unbeachtet lag. Auf meinen wiederholt an massgebender Stelle geäusserten Wunsch hin ist diese Suite dann nebst vielen andern wertvollen paläontologischen Objekten gelegentlich des Bezugs des neuen Mineralogisch-geologischen Institutes jetzt der geologisch-paläontologischen Sammlung des letzteren einverleibt worden. In dieser bildet sie wohl den wertvollsten Bestandteil, da sie die ältesten, bekannt gewordenen „Originale“ der ganzen Sammlung enthält.

Der Fundort dürfte nach meinen persönlichen Erkundigungen in der Heroldsberger Gegend eine der Lehmgruben am Heidberg im S. des genannten Ortes nördlich von Behringersdorf gewesen sein.

Die Beschaffenheit des Gesteins ist von H. v. Meyer bereits so genau beschrieben, dass kaum etwas zuzufügen ist. Es handelt sich um eine feste Gesteinsbank, die sich im Zanclodonletten in der ganzen Umgegend von Erlangen und Nürnberg an vielen Stellen trotz der schlechten Aufschlüsse beobachten lässt. Sie zeichnet sich in den allermeisten Fällen durch eine im ganzen hellrötliche Farbe aus, seltener ist sie grau. Es ist ein Konglomerat von kleinen, grauen, gelben, hellrötlichen und dunkelbraunen, abgerundeten Geröllchen aus Mergelmasse oder auch Kalk und einzelnen groben Quarzkörnern, verkittet durch ein dolomitisches mergeliges Bindemittel oder auch durch krystallinischen Kalkspath. Mitunter geht dieses Konglomerat in grünlich grauen Sandstein oder Arkose über. Gümbel[1]) bezeichnet diese Bank als *Zanclodon*breccie. Da indess wenigstens bisher in Franken noch nirgends Reste von *Zanclodon* aus dieser Bank mit Sicherheit bekannt geworden sind, andererseits aber die zahlreichen Knochen von Heroldsberg, welche Gümbel in seiner sonst erschöpfenden Bearbeitung des Fränkischen Jura gar nicht erwähnt hat, ebenso wie die von Lauf der Sauriergattung *Plateosaurus* angehören, so ist jedenfalls die Bezeichnung *Plateosaurus*-breccie oder besser **Plateosauruskonglomerat** (da abgesehen von den Knochen die kleinen Gesteinsfragmente meist abgerundet sind), vorzuziehen.

1. Die Sammlung Engelhardts umfasst einige kleine Fragmente, die dem Schädel angehörten, aber, wie schon v. Meyer hervorhebt, kaum genauer bestimmter sind.

1) Geogn. Beschreib. d. fränkisch. Alb 1891, p. 416.

9 Stücke mit Resten der Wirbelsäule:

2. Der besterhaltene Wirbel ist von v. Meyer auf Tafel 68, Fig. 1 und 2 von 2 Seiten abgebildet und Seite 152 beschrieben. Durch nachträgliche sorgfältige Präparierung gelang es mir die bisher von Gestein bedeckte vordere Gelenkfläche, den 18 bis 20 mm hohen und 20—30 mm breiten Rückenmarkskanal und die vorderen Zygapophysen ganz freizulegen. Dabei zeigte sich, dass die vordere Gelenkfläche, welche eine grösste Breite von 88 mm und Höhe von 92 mm besitzt, gegen die Mitte zu ziemlich regelmässig eingetieft war, im Centrum aber sich ein quergelagerter 25 mm in Querrichtung und 14 mm in Vertikalrichtung messender Hügel aus Knochensubstanz befindet. Im Gegensatz dazu ist die schon von v. Meyer blosgelegte hintere Gelenkfläche nicht in ihrer Mitte, sondern in der oberen Hälfte vertieft und zwar stärker als die vordere, dabei ohne Centralhügel in der auffallend horizontal oder quergerichteten Grube. Über diesen Vertiefungen erhebt sich an beiden Gelenkflächen eine wulstartige Erhöhung in der Umgebung der tiefeingeschnittenen Rinne des Rückenmarkskanals, als ob letzterer in den Wirbelkörper an dessen Oberseite sozusagen eingedrückt worden und dadurch der Rand der Gelenkfläche rings um ihn herausgequetscht wäre. Der Rückenmarkskanal verschmälert sich von vorn nach hinten. Vom obern Teil des Wirbels sind die hintern Gelenkfortsätze und der Dornfortsatz abgebrochen. Die vorderen Gelenkfortsätze ragen über den Wirbelkörper nach vorn heraus. Unter und zwischen ihnen zeigte sich beim Präparieren über dem Rückenmarkskanal eine tiefe Grube, augenscheinlich das sogenannte Zygantrum der Dinosaurier zur Aufnahme des keilförmigen Hyposphens des vorhergehenden Wirbels, das den hintern Rücken- und den Schwanzwirbeln vieler Dinosaurier speziell auch der Gattung *Zanclodon* eigen ist. Vorn über dem Zygantrum erkennt man deutlich die glatten Gelenkflächen an den innern obern Seiten der Gelenkfortsätze. Aus der steilen Stellung dieser Flächen (40° Neigung gegen den Vertikalschnitt des Wirbels) schloss H. v. Meyer, dass es sich um einen Schwanz-, nicht Hals- oder Rückenwirbel handle. Im übrigen würde die Gestalt des Wirbels mit seinem kurzen gedrungenen Körper, dessen hintere Gelenkfläche stärker vertieft ist als die vordere und seinem mächtigen oberen Bogen eher für einen Halswirbel sprechen.

Die unzweideutigen oberen Gelenkflächen an den Gelenkfortsätzen sind auch darum von Wichtigkeit, weil sie die letzteren als vordere, nicht hintere Gelenkfortsätze, die ja ihre Gelenkflächen unten tragen, legitimiert und dadurch erst dem ganzen Wirbel seine richtige Stellung gibt. Nach der Seitenansicht (vgl. v. Meyer t. 68, f. 2) allein könnte man nämlich eher die Meinung einer umgekehrten Stellung der Wirbel gewinnen, d. h. seine vordere Seite für die hintere halten, namentlich wenn man diese Abbildung mit der der Rückenwirbel von *Zanclodon* bei Zittel, Handbuch der Paläontologie III p. 720, f. 623 A vergleicht. Der Wirbelkörper ist nämlich ganz auffallend schief und zwar in der Weise, dass sein oberer Teil nach vorn zum Kopf gerichtet ist, nicht wie sonst üblicher nach hinten. Noch schiefer und zwar im selben Sinne ist die Basis der leider abgebrochenen Querfortsätze auf dem oberen Seitenteil des Körpers. Durch den Abbruch der Querfortsätze entstand an dem Stumpf eine nach vorn und oben aufstrebende elliptische Narbe, deren grosse Achse eine Neigung von 45° gegen die Achse der Wirbelsäule hat. Zu beachten ist noch die Art des Ansatzes des Querfortsatzes auf dem Körper. Indem ersterer nicht gleichmässig mit horizontaler Grenzlinie auf dem Körper anhebt, sondern mit 2 dicken Wurzeln, entsteht zwischen beiden eine dreieckige Grube, wie das bei allen später zu beschreibenden Wirbeln nicht mehr beobachtet wurde.

3. Das zweite von v. Meyer abgebildete Stück der Wirbelsäule enthält die Körper von 3 zusammengewachsenen Wirbeln des Kreuzbeins, deren Nähte nur auf der flach gewölbten, glatten Unterseite durch je eine von zwei aufgeworfenen Rändern umgebene Furche sofort ersichtlich werden. Der Körper der Sakralwirbel ist an den Verwachsungsstellen 75 mm hoch, 50 mm breit. In die Oberseite des Körpers schneidet wie bei dem oben beschriebenen Schwanzwirbel der Rückenmarkskanal ungewöhnlich tief rinnenartig ein. Die Basis des Rückenmarksgangs ist also auch hier nicht flach, sondern gewölbt. In den zwei vordern Dritteln der Seite des mittleren, am besten erhaltenen Wirbels verlängert sich der Körper fast in seiner ganzen Höhe zu einem mächtigen Querfortsatz, der in das Darmbein übergeht.

In der Beschaffenheit des Sakrums bestand nach dem vorliegenden Stück ein bedeutender, wir dürfen sagen der wesent-

lichste Unterschied zwischen *Plateosaurus* und *Zanclodon*. Bei letzterem sollen nur 2 Wirbel am Kreuzbein fest mit einander verschmolzen sein, deren Körper war vor allem auch weniger plattgedrückt, nämlich ebenso hoch wie breit und der Querfortsatz, der zum Darmbein überleitet, setzte nicht so tief, sondern in grösserer Höhe der Seite des Körpers an.

4. Ein von v. Meyer als Halswirbel gedeuteter, schlecht erhaltener, seitlich zusammenpresster Wirbel mit langem kammartigen Dornfortsatz und konkaven Gelenkflächen vorn und hinten. Der Körper ist 85—90 mm lang. Der Kamm des Dornfortsatzes 60 mm.

5. Ein sehr schlecht in harter Gesteinsmasse erhaltener Wirbel von 11 cm Länge, ebenfalls mit regelmässig nach der Mitte zu vertieften Gelenkflächen. Der Körper ist am einen Ende 9, am andern 10 cm hoch und 11 cm lang. Die erhaltene Höhe beträgt 15 cm.

6. Körper eines kleinen Wirbels von 8 cm Länge mit konkaven Gelenkflächen.

7. Wirbel von nur 6 cm Länge, aber 9 cm Höhe des Körpers, stark gedrückt von vorn und hinten.

8. Zerquetschter Wirbel.

9. Stück eines obern Bogens, eines vordern Schwanzwirbels (?) mit 10 cm hohem, 2,8 breitem Dornfortsatz und einem nur 5 cm langen Teil eines abgebrochenen, ebenso breiten Querfortsatzes (vgl. v. Meyer. l. c. p. 153, t. 68, f. 5.)

10. Fragment eines Querfortsatzes eines Wirbels 12 cm hoch. (v. Meyer, p. 153).

11. Dem Brustgürtel gehört als Stück des Brustbeins nach v. Meyer die t. 68, f. 7 abgebildete dünne Knochenplatte an, die aber mit dem von Plieninger[1]) als Sternum von *Zanclodon* gedeuteten, grossen, flachen Knochen gar keine Beziehungen aufweist. Nach v. Zittel[2]) entspricht übrigens dieses angebliche Sternum bei Plieninger den verschmolzenen distalen schippenförmigen Enden des Sitzbeins.

---

1) „Belodon Plieningeri H. v. Meyer“ in Württemb. naturw. Jahreshefte VIII, 1852, p. 494, t. 11, f. 1.

2) Handb. d. Pal. III p. 720.

12. Besonders schwierig ist die Deutung der zum Beckengürtel und zu den Gliedmassen gehörigen Knochenteile, so lange noch keine sorgfältige Neubearbeitung der Skelete von *Zanclodon* in den Württemberger Sammlungen zum Vergleich vorliegt.

Am sichersten erscheint mir die Deutung des stärksten der vorhandenen Knochen, den v. Meyer auf t. 69, f. 4—5 abbildet, als Femurknochen zu sein. Er ist leider nicht vollständig, indem die eine Gelenkpartie fehlt. Das vorhandene, 33 cm lange Stück lässt sich aber direkt in Beziehung bringen zu der distalen oder untern Hälfte des Oberschenkelknochens von *Zanclodon* (Plieninger l. c. t. 11, f. 3). Der innere Kniegelenkkopf tritt wie dort sehr stark seitlich heraus. Dagegen ist im Gegensatz zu Plieninger p. 502 und f. 3 der stärkere äussere Condylus noch durch eine seitliche Furche, die sich auch auf der Gelenkseite fortsetzt, in eine äussere Partie und eine mittlere Wölbung geteilt, deren erstere ebenso wie der innere Kniegelenkkopf weiter gegen unten heraustritt und so am Gelenk das mehr zurückbleibende Ende des mittleren Wulstes als halbkreisförmiger Wall umzieht. Die mittlere Partie zwischen den Furchen springt dafür seitlich am meisten heraus, ist aber hier abgebrochen.

20 cm oberhalb der Gelenkpartie wird der Knochen parallelrandig und gerade, bei rundlichem Querschnitt, mit einer von 2 abgerundeten Kanten begrenzten Abflachung auf einer Seite. Von der von Plieninger erwähnten „Einwärtskrümmung" ist ebenso wenig eine Andeutung vorhanden wie von der schüsselförmig ausgetieften Facette, welche bei *Zanclodon* über die Rundung des Oberschenkelknochens in dessen mittlerem Teil hervortritt.

11. Dem obern Gelenkende des Oberschenkels möchte ich ein Fragment von 13 cm Länge als zugehörig ansehen, das v. Meyer als nicht genauer zu bestimmen bezeichnet hat. Erst der Vergleich mit einem wohlerhaltenen Oberschenkelgelenk von *Plateosaurus* aus der Nürnberger Gegend (Röttenbach), das ich weiter unten näher beschreiben werde, und zu dem sich dieses Stück von Heroldsberg, so weit es erhalten, wie das Spiegelbild (vom andern Hinterbein) verhält, ermöglichte eine Bestimmung.

14. Der am besten erhaltene Knochen von *Plateosaurus* (v. Meyer t. 69, f. 1—3) gehört nach v. Meyers Ansicht, der ich mich vorläufig anschliesse, ebenfalls den Hintergliedermassen an. Es ist ein Schienbein und zwar mit beiden Gelenkpartieen er-

halten. Das obere zur Aufnahme des Oberschenkels bestimmte Ende ist stark verbreitert und trägt eine ziemlich ebene, dreieckige 85 mm breite 130 mm lange Gelenkfläche Das untere schmalere Ende trägt an der einen Seite eine tiefe Rinne zur Aufnahme des Astragalus zwischen einem schmalen und einem breiten Vorsprung. Die Länge des ganzen Knochens beträgt 42 cm.

Trotz der Mangelhaftigkeit der hier nochmals kurz beschriebenen Originale zu *Plateosaurus* und trotz der noch ausstehenden wünschenswerten gründlichen und kritischen Untersuchung der Skelette der Gattung *Zanclodon* geht doch schon aus dem Angeführten hervor, dass mehrfach, so besonders in Bezug auf das Kreuzbein, Unterschiede gegen *Zanclodon* vorhanden sind und glaube ich auch, dass dieselben nach späteren weiteren Funden und genaueren Vergleichen sich noch vermehren werden. Ich kann mich daher noch nicht wie v. Zittel[1]) dazu entschliessen, die Selbstständigkeit der Gattung *Zanclodon* aufzugeben, wenn ich auch beide für nahe verwandt halten muss.

B. Die Erlanger Sammlung enthält ausser den Originalen v. Meyers noch weitere Knochenreste, die ich zu *Plateosaurus* stellen möchte, aus dem Zanclodonletten von Lauf. Sie wurden gefunden bei Anlage der Eisenbahn Nürnberg-Bayreuth in einem künstlichen Einschnitt zwischen Lauf und Behringersdorf. Das Vorkommen findet sich zuerst im Jahre 1866 durch v. Gümbel (Bavaria IV, I, p. 50) erwähnt, der dort die riesigen Knochen als solche von *Belodon Kapfi* und *Plieningeri* anführt, später aber (Erläut. z. Blatt Bamberg 1887 p. 14) zu *Zanclodon laevis* und *crenatus* stellt. Der verstorbene Nürnberger Geologe Bezirksarzt Dr. Hagen spricht in seiner Broschüre „Die geolog. Verh. d. Umgeg. v. Nürnberg 1886 p. 12“ auch von „Knochen von *Zanclodon*“ und bemerkt, dass die beim Bahnbau gefundenen Reste dieser riesigen Panzerechse wahrscheinlich verschleppt wurden. Nun ein Teil davon ist glücklich nach Erlangen „verschleppt“ worden und zwar glaube ich durch weiland Professor Pfaff und ist seitdem in der hiesigen Sammlung des Mineralo-

1) Handbuch d. Pal. III 1890, p. 721 und Grundzüge der Paläontol. 1895, p. 707.

gisch-geologischen Institutes allerdings unbeachtet geblieben, ist aber doch jedenfalls hier mindestens ebenso gut aufgehoben gewesen, als wenn er nach Nürnberg in die Sammlung der naturhistorischen Gesellschaft gewandert wäre. Die alte beiliegende Etiquette lautet: *Belodon*knochen, Eisenbahneinschnitt bei Lauf.

Das umschliessende Gestein ist ein graues Kalkkonglomerat ganz ohne Sandkörner und Feldspath. Die Kalkgerölle machen den Eindruck als stammten sie aus Muschelkalk. Sehr charakteristisch ist der Erzgehalt einiger Stücke. Abgesehen von schwarzen Manganoxydhydrat oder Psilomelanflecken erscheint Malachit, Kupferlasur und Markasit. An der Oberfläche eines Handstücks zeigen sich deutlich die bekannten so charakteristischen Drillinge und Vierlinge von Markasit nach ∞ P mit der vorwiegenden Fläche $^1/_4$ P ∞ auskrystallisiert.

Das Gestein umschliesst fossiles Holz, das teils verkohlt, teils von Schwerspath, Schwefelkies und Kupferkies durchschwärmt ist, ferner glänzend schwarze Knochen. Von letzteren liegen 4 Stück vor, wovon zwei ganz zerdrückt und zertrümmert im harten Gestein liegen und unbestimmbar zwei aber besser erhalten sind.

1. Das beste, 14 cm lange Stück ist ein Röhrenknochen der dem untern, distalen Ende der oben (A. 13) erwähnten Tibia von *Plateosaurus Engelhardti* v. Meyer (l. c. t. 69, f. 2) entspricht und zwar stimmt es mit demselben in aller nur wünschenswerten, förmlich auffälligen Weise, so dass jeder Zweifel ausgeschlossen ist. Nicht nur die ganze äussere Form, der Querschnitt, die Stümpfe der beiden auch hier abgebrochenen Fortsätze und die tiefe Rinne dazwischen sind identisch, sondern auch die Grösse. Der einzige Unterschied ist die Farbe, hier schwarz, dort schmutzigrötlich.

2. Das zweite Knochenstück von 16 cm Länge, keulenförmig, am einen Ende mit mächtigem hammerartigem, stumpf endenden Fortsatz vermochte ich, da es nur ein kleines von einem riesigen Knochen der Länge nach abgespaltenes Fragment darstellt nicht zu enträtseln und sandte es daher behufs eines direkten Vergleichs mit den Stuttgarter Skeletten von *Zanclodon laevis* an Herrn Professor E. Fraas, den Konservator am Kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart. Herr Professor Fraas war so liebenswürdig, meine Bitte zu erfüllen, wofür ich ihm an dieser

Stelle meinen besten Dank ausspreche. Nach ihm hätte es die meisten Beziehungen zu dem Darmbein *(os ilei)* von *Zanclodon*, einem der grössten Knochen dieser Tiere. Es gehört der unteren Region des linken Darmbeins an und der erwähnte, dicke Fortsatz ist der untere Fortsatz, der das *os ischii* (Sitzbein) aufnimmt. Dass es sich natürlich in unserem Falle nicht um das Darmbein von *Zanclodon*, sondern des nahe verwandten *Plateosaurus* handelt, ist bei der so wunderbaren Übereinstimmung des andern mit ihm zusammengefundenen Knochens mit der Tibia von *P.E.* einleuchtend.

C. Dem Knochenfund von Lauf dürfte aus der jetzigen Erlanger geologischen Sammlung noch ein weiterer Röhrenknochen angehören, den ich von den erwähnten Resten getrennt unter Juraversteinerungen vorfand unter der Bezeichnung „*Mystriosaurus Laurillardii* Kaup, Lias, Aldorf." Dies Stück gehörte wie die Meyerschen Originale zum *Plateosaurus Engelhardti* bisher ebenfalls dem zoologischen Institute der Universität an und ist gleichzeitig mit jenen und vielen andern Petrefakten erst jetzt in das Mineralogisch-geologische Institut übergeführt worden. Nach der Art der Etiquette gehört es zu der Collektion, welche einst aus Bayreuth nach Erlangen an die hiesige zoologische Sammlung abgegeben wurde und einen Bestandteil der grossen Bayreuther Sammlung der Herren Regierungspräsident v. Andrian, Graf v. Münster und Regierungsrat Braun bildete.

Dem Röhrenknochen haftet noch etwas Gesteinsmasse an und deren Beschaffenheit verweist entschieden auf das Gesteinsvorkommen im Zanclodonletten der Laufer Gegend. Es ist ein konglomeratischer Kalk, wie er im Lias Frankens mir nicht bekannt ist. Der bituminöse Kalk des Lias ε der Gegend von Altdorf und Berg am Donaumainkanal, an welchem ich selbst Knochen von *Mystriosaurus* sammelte, ist einfarbiger und zugleich dunkler. In der alten Erlanger Petrefaktensammlung des zoologischen Instituts befindet sich noch ein zweiter Knochen mit der Etiquette „Mystriosaurus Laurillardi Kaup, Lias, Aldorf", der im alten Inventar als Rippenfragment verzeichnet ist. Dieser ist ganz anders erhalten und von brauner Farbe und dürfte eher dem Lias ε entstammen. Der erwähnte zweifelhafte Röhrenknochen aber ist vollkommen schwarz wie beim Funde von

Lauf. Die Markhöhle ist von weissem Kalkspath erfüllt. Vergleicht man den Knochen, der zweifellos den Gliedmassen angehörte, mit denen von *Plateosaurus*, so zeigt sich wieder eine grosse Ähnlichkeit mit dem distalen Ende der Tibia, nur dass der vorliegende viel kleinere Dimensionen aufweist, (Durchmesser 3—4½ cm). Die Querschnitte von relativ denselben Stellen genommen, würden gleiche Figuren ergeben. Nur gegen das Gelenkende hin ist der rechte, breitere Fortsatz an der Seite lange nicht so ausgeprägt. Ich wage es daher noch nicht, diesen Knochen direkt einem jungen Individuum von *Plateosaurus* zuzuschreiben.

D. Bei meinen Erkundigungen nach weiteren Knochenfunden in dem mittleren Keuper des untern Pegnitzgebiets erfuhr ich, dass Herr stud. rer. nat. Wunder in Nürnberg eine ganze Suite durch fortgesetztes, fleissiges Suchen danach und Herauspräparieren aus dem festen Gestein zusammengebracht und der Naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg übergeben habe. Herr Wunder, der sich vorbehaltlich des Eigentumsrechts der genannten Gesellschaft doch freie Verfügung über das Material zum Zweck der wissenschaftlichen Verarbeitung gesichert hatte war so liebenswürdig, mir sämmtliche Knochen auf meine Bitte mit Genehmigung der Naturhistorischen Gesellschaft zur Untersuchung nach Erlangen ins Mineralogisch-geologische Institut zu senden, wo allein die Sachen mit den Meyerschen Originalen verglichen werden konnten. Hierfür spreche ich Herrn Wunder sowohl als der N. Gesellschaft zu Nürnberg meinen wärmsten, Dank aus.

Auf einem gemeinsam mit Herrn Wunder unternommenen Ausflug besuchte ich auch mehrere Steinbrüche speziell in dem oben genannten Plateosauruskonglomerat innerhalb des Zanclodonlettens und lernte darunter die wichtigste heutige Fundstelle der Knochen kennen. Es ist dies ein Bruch am hintern Steinberg 2,4 km Luftlinie südöstlich von dem Dorfe Güntersbühl etwas südlich von dem Wege von Güntersbühl über Rudolphshof und Kotzenhof nach Lauf. Der im Walde gelegene noch in Betrieb befindliche Bruch schliesst die genannte harte Bank in grosser Mächtigkeit (von 1,70 m) auf. Das vorherrschende Gestein ist graues dichtes Kalkkonglomerat, welches schwarze fossile Holzreste und schwarze Knochenteile breccienartig einschliesst. Hell-

rötlicher, grober bis mittelkörniger Sandstein tritt zuweilen an seine Stelle.

Ein zweiter, aber verlassener Bruch im gleichen Gestein wurde von uns zwischen Güntersbühl und Behringersdorf mitten im Walde zwischen Heidberg und Buchberg 2,35 km nordwestlich von der Station Rückersdorf (in der Luftlinie) entfernt beobachtet.

Nördlich der Pegnitz schlug Herr Wunder ausserdem noch ein Rippenstück aus denselben Schichten auf dem Wege zwischen Güntersbühl und Nuschelberg und 2 Knochen in einem Steinbruch im Forstteil Teufelsee bei Kotzenhof nordwestlich von Lauf.

Südlich auf dem linken Ufer der Pegnitz kommen als Aufschlüsse des Plateosauruskonglomerats in Betracht: ein Steinbruch am Nordfuss des Moritzbergs am Wege Lauf-Schönberg nahe beim sogenannten Abdecker, dann am Westfuss des Moritzbergs bei Diepersdorf und Rockenbrunn auf dem südlichen Ufer des Roggenbachs am Wege von Diepersdorf nach Schwaig an der Pegnitz, schliesslich die Gegend zwischen Lauf und Röttenbach oder Röthenbach (an der Nürnberg-Amberger Eisenbahn) wo Herr Oberförster Meissner Stücke eines riesigen Oberschenkelknochens im roten Letten fand.

Während fast sämmtliche nördlich der Pegnitz gefundenen Knochen schwarz erscheinen, sind diejenigen südlich der Pegnitz mehr bläulichgrau. Die meisten mussten mühsam von dem umgebenden festen Gestein befreit werden. Nur der von Röthenbach anscheinend direkt aus dem Letten stammende Oberschenkelknochen enthält keine Spur von ansetzendem Gestein. Die unversehrte bläulichgraue Knochenmasse hat nur einen abfärbenden, intensiv roten Überzug von erdigem Roteisenstein.

Unter diesen 14 verschiedenen Knochenfragmenten befinden sich 3 Wirbel (von Güntersbühl).

1. Der besterhaltene davon ist meiner Ansicht nach ein vorderer Schwanzwirbel. Sein Körper hat eine Länge von 8 cm und an den Gelenkflächen eine Höhe von 7, eine Breite von $6^1/_2$ cm. Die Gelenkflächen sind flach vertieft gegen die Mitte, und zwar vorn stärker als hinten. Ein Querfortsatz ist 7 cm lang erhalten, muss aber etwa 10 cm ursprüngliche Länge gehabt haben. Der obere Bogen trägt vorn ein Zygantrum. Die

darüber befindlichen vordern Gelenkfortsätze sind leider abgebrochen, so dass die Stellung ihrer Gelenkflächen nicht festzustellen ist. Der abgebrochene Dornfortsatz war scheints schmal und lang und nach hinten gerichtet.

Von dem von v. Meyer und mir oben unter A 1 beschriebenen angeblichen Schwanzwirbel (?) unterscheidet er sich dadurch, dass die Gelenkflächen des Körpers einfacher ausgebildet erscheinen, d. h. beide gegen ihre Mitte zu einfach vertieft sind, die Basis der Querfortsätze nicht schräg nach vorn und oben aufsteigt, sondern horizontal quer ausgebreitet ist und an der Verbindung mit dem Körper unter den Querfortsätzen keine dreieckige Grube sich befindet wie bei jenem. Dagegen stimmt der Wirbel vortrefflich überein mit dem Fragment eines obern Wirbelbogens von Heroldsberg mit langem schmalem Dorn und Querfortsatz, das ich oben unter A 8 als vorderen Schwanzwirbel aufführte.

2. Während dieser Wirbel noch entsprechend den vordern Schwanzwirbeln bei heutigen Krokodilen und Eidechsen lange Querfortsätze, vermutlich ohne Gelenkflächen am Ende trug, besitzt ein zweiter von Güntersbühl gar keine. Derselbe ist viel kleiner, dabei seitlich zusammengedrückt, lang gestreckt und zeichnet sich durch Vorhandensein eines sehr tiefen Zygantrums zwischen den vorderen Gelenkflächen aus. Der Dornfortsatz ist ganz abgebrochen. Das Fehlen beziehungsweise die Verkümmerung der Querfortsätze, die lang gestreckte und zugleich zusammengedrückte Gestalt, die geringe Grösse, alles das findet man unter den heutigen Reptilien bei den Krokodilen an den letzten Schwanzwirbeln wieder.

3. Der dritte Wirbel ist infolge zu schlechter Erhaltung unbestimmbar.

4. Aus der Gegend von Güntersbühl stammt dann noch ein 21 cm langes Rippenfragment ohne Gelenk.

5. Die übrigen Knochen gehören dem Brust- oder Beckengürtel und den Gliedmassen an.

Der längste Knochen von Güntersbühl (55 cm) ist ein ziemlich wohl erhaltenes Schienbein mit beiden Gelenkenden, vollkommen entsprechend der etwas kleineren Tibia von Heroldsberg (A 13), nur dass ersterer als Gegenstück dem entsprechenden anderen Hinterfuss eines grösseren Individuums angehörte.

6. Ein zweites gewaltiges Stück von 19 cm Länge entspricht nur dem distalen Gelenkende der Tibia, einem Knochenteil, der schon nach dem Vorhergehenden am häufigsten unter allen Resten von *Plateosaurus* auftritt. Das vorliegende massige Stück besitzt am Ende eine Dicke von 18 cm. Da die vorige vollständig erhaltene Tibia (D 5) an derselben Stelle etwa 11 cm, die von Heroldsberg (A 13) genau 8 cm misst, würde die ursprüngliche ganze Länge des vorliegenden Tibiaknochen (D. 6) mindestens 92 cm betragen haben müssen. Die Grösse des ganzen betreffenden Riesentieres, dessen Oberschenkel allein doch dann mindestens die Länge von 1 m erreichte, wird sich erst durch Vergleich mit der Tibia der vollständigen Zanclodonskelette von Stuttgart genauer berechnen lassen.

7. Ein Riesenknochen ist auch der Oberschenkel, welchen Herr Oberförster Meissner zwischen Lauf und Röthenbach im roten Zanclodonletten fand. Es liegt nicht der ganze Knochen vor, sondern nur zwei Stücke mit den beiden Gelenkenden von 17 und 21 cm Länge. Zwischen beiden fehlt das mittlere zylindrische Stück, welches bei *Zanclodon* und wohl auch hier einen tieferen Innentrochanter trug. Das untere Gelenk ist das Gegenstück zu dem oben unter A 11 genannten schon von v. Meyer beschriebenen Fragment. Das obere Femurgelenk, das mir auch in einem schlechten Fragment schon unter A 12 vorlag, bietet einiges Bemerkenswerte. Ähnlich oder ebenso wie bei *Zanclodon* (cf. Plieninger l. c. p. 502) ist der Gelenkkopf gar nicht durch einen Hals abgeschnürt, sondern erscheint nur als eine seitliche Umbiegung des seitlich zusammengedrückten aber ungeschwächten Knochens auf die Innenseite. Die ungleichmässig gewölbte, mit zerstreuten Rinnen und Löchern versehene Gelenkfläche ist sehr ausgedehnt, länglich dreieckig bis trapezförmig und nimmt die Oberfläche des ganzen 16 cm breiten Knochenendes ein, sich nach hinten verschmälernd, in der Mitte, wo ein seitlicher Höcker die Gelenkfläche erweitert, am breitesten (8 cm). Zwischen diesem seitlichen Höcker in der Mitte und dem nach unten umgebogenen Innenteil der Gelenkfläche liegt eine flache Eintiefung. Auf der gegenüberliegenden Breitseite in deren Mitte erhebt sich 10 cm unter dem Rand der Gelenkfläche allmählich ein Trochanter in Gestalt eines länglichen Vorsprungs, auf der Aussenseite von einer Furche umzogen. Bis

zu diesem obern Trochanter, mit dem das Bruchstück endigt, war der Oberschenkel noch etwas komprimiert; erst von hier an dürfte er in dem fehlenden Zwischenstück mehr rundlichen Querschnitt mit einer abgeflachten Seite angenommen haben.

8. Von Güntersbühl liegt noch ein kleineres 24 cm langes durchschnittlich 5 cm breites Bruchstück eines im ganzen zylindrischen aber auf einer Seite abgeflachten und mit 2 stumpfen Kanten versehenen Röhrenknochens vor, das möglicherweise einen mittleren Teil des Oberschenkels darstellt, der bei 7 leider fehlte. Die Querschnitte stimmen überein mit denjenigen am obern abgebrochnen Ende des Femurstücks A 11. An einer Stelle befindet sich eine rundliche Facette ähnlich der bei Plieninger t. XI, f. 3 bei a. Aber der ganze Knochen zeigt keine Spur von Krümmung oberhalb oder unterhalb der Facette im Gegensatz zu *Zanclodon*, wie auch die grossen beschriebenen Femurstücke A 11 und D 7 keineswegs in dieser Beziehung der Plieningerschen Figur und Beschreibung entsprechen. In der Gradheit des Femur wäre dann abgesehen von der dreiteiligen Beschaffenheit des Kniegelenkendes ein weiterer wichtiger Gattungsunterschied gegen *Zanclodon* gegeben.

9. Als weitere Knochen sind schliesslich noch 3 Bruchstücke zu erwähnen, die dem Brust- oder Beckengürtel angehören können. Eins davon (von Teufelsee bei Kotzenhof) weist augenscheinlich die Gelenkpfanne am Darmbein für den Gelenkkopf des Oberschenkels auf. Eine sichere Bestimmung dieser Bruchstücke sowie die eines kleinen vollständigen Fussknochens muss bis zu einem direkten Vergleich mit den Zanclodonskeletten von Stuttgart und Tübingen aufgeschoben werden.

Zanclodon laevis Quenst.

Auf einer geologischen Exkursion, die ich im Vorjahre in die Altdorfer Gegend unternahm, entdeckte ich in genannter Stadt in der Sammlung des Herrn Seminarpräfakten Fuss drei schwarze Knochen, speziell einen grossen Wirbelknochen eines riesigen Sauriers, die durch ihre Dimensionen, Erhaltungsart und die Beschaffenheit des anhängenden Gesteins sofort in mir die Meinung hervorriefen, dass sie der Knochenbank von Lauf entstammten. Herr Präfekt Fuss erklärte, sie vor längerer Zeit

von einem Arbeiter aus Allfeld auf dem Plateau der fränkischen Alb 4 Stunden nordöstlich von Altdorf erhalten zu haben, der sie angeblich beim Steinbrechen auf dem Juraplateau bei Allfeld nicht weit von Hersbruck gefunden habe. Danach würden die Stücke aus dem weissen Jura, der Allfelds Umgegend einnimmt, herstammen. Aber die Gesteinsmasse speziell eines der Knochenreste weist mit voller Bestimmtheit auf die Steinmergelbank im Zanclodonletten des Pegnitzthals (im NW von Allfeld), wie sie besonders durch den Eisenbahneinschnitt bei Lauf, sowie durch mehrfache Steinbrüche in der Umgebung des untern Pegnitzthales unterhalb Hersbruck blosgelegt worden ist. Es ist ein durchschnittlich graues feinkonglomeratisches Gestein mit zahllosen, kleinen, höchstens 5 mm grossen abgerundeten Geröllchen von Kalk und Mergel und rötlichen, groben Quarzkörnern, die durch ein mergelig kalkiges Bindemittel zu einer dichten Masse fest verkittet sind genau wie bei dem unter C oben erwähnten Röhrenknochen der Erlanger Sammlung, der auch angeblich von Altdorf stammte.

Herr Seminarpräfekt Fuss war so liebenswürdig, mir auf meine Bitte die 3 Stücke zur genaueren Untersuchung zu überlassen und den Wirbel, ein Prachtstück, der geologisch-paläontologischen Sammlung der Universität Erlangen zu schenken, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank zugleich im Namen des Mineralogisch-geologischen Institutes ausspreche.

Die Knochen konnten, das war mir vom ersten Moment an klar, nur entweder zu *Plateosaurus* oder zu *Zanclodon* gehören. Ein vorgenommener Vergleich mit den vorhandenen Originalen zu ersterer Gattung aber führte nur zu negativen Resultaten, wie ich weiterhin zeigen werde. Ich kam deshalb zur Vermuthung, dass es sich wohl um den zweiten Riesendinosaurier des Keupers *Zanclodon* handle. Da mir aber aus der hiesigen Sammlung kein Vergleichsmaterial zur Erhärtung dieser Ansicht zu Gebote stand, sandte ich die Stücke an Herrn Professor E. Fraas in Stuttgart. Seine Antwort nach vorgenommener vergleichender Prüfung lautete, dass er keinen Anstand nähme, solange keine weiteren Fundstücke eine Trennung der Art notwendig machen, die vorgelegten mit *Zanclodon laevis* Quenst. et autorum. zu identifizieren und zwar entsprächen sie einem Individuum der genannten

Art von mittlerer Grösse, wie sie das Exemplar Reinigers biete. Doch betrachten wir die Stücke nunmehr genauer:

1. Der riesenhafte Wirbel ist nur im unterm Teil erhalten. Länge des Körpers 10 cm, grösste Breite $10^1/_2$—$11^1/_2$, Höhe desselben $10^1/_2$ cm, Höhe bis zur Rückenmarksrinne an der Gelenkfläche $9^1/_4$ cm, Höhe bis zur Tiefe derselben Rinne in der Mitte des Wirbels 7 cm. Die Gelenkflächen sind nicht schief gestellt wie bei dem Schwanzwirbel von *Plateosaurus* (A. 2.), sondern fast genau senkrecht zur Wirbelachse; sie sind ganz auffallend eben nur im oberen Drittel auf der einen (vorderen?) Fläche ein wenig vertieft. Die besser erhaltene (hintere?) Gelenkfläche stellt ein ziemlich regelmässiges Rechteck dar, von dem eine Seite unten, je zwei auf beiden Seiten, und eine oben den Körper umgrenzen. Die Ecke in der Mitte der Seiten der Gelenkfläche setzt sich auf der Seite des Körpers in den Querfortsatz fort, dessen Basis von jener Ecke an schief nach oben strebt. In die obere Seite des Sechsecks ist der Rückenmarkskanal wie bei *Plateosaurus* tief halbkreisförmig eingeschnitten. In der stark begrenzten Mitte ist der Körper hoch gewölbt. Vom obern Bogen ist nichts erhalten.

Fraas erklärt den Wirbelkörper als zum vordern Sakralwirbel von *Zanclodon laevis* gehörig, mit dem er in Grösse und Gestalt sehr gut stimmen soll. Wenn das der Fall ist — und ich habe keinen Grund an dieser Aussage irgendwie zu zweifeln — dann ist damit meine obige Behauptung, dass zwischen den Gattungen *Zanclodon* und *Plateosaurus* im Skelett speziell im Kreuzbein doch recht beträchtliche Unterschiede obwalten, bestätigt. Denn der vorliegende angebliche Sakralwirbel von *Zanclodon* hat mit dem beschriebenen Kreuzbein von *Plateosaurus* nichts gemein. Erstens liegt derselbe frei und losgelöst von den übrigen und zwar ohne Bruch vor zum Zeichen dafür, dass bei *Zanclodon* wenigstens der vorderste Sakralwirbel nicht mit den andern fest verwachsen war, wie bei *Plateosaurus*. Zweitens ist die sattelförmige Einschnürung, der Gegensatz zwischen den Gelenkpartieen und der Mitte des Körpers beim *Zanclodon*-Sacrum stärker ausgeprägt. Vor allem aber ist die Wölbung auf der ganzen Unterseite markierter. Die Körper des Kreuzbeins von *Plateosaurus* sind mehr abgeplattet. In Bezug auf die Lage und Beschaffenheit des Processus transversus lässt sich kein Unter-

schied mit Sicherheit angeben, da an dem vordersten Sakralwirbel von *Plateosaurus* derselbe leider nicht zu sehen ist, ein Schluss aus dem Querfortsatz des mittleren Sakralwirbels aber nicht gezogen werden darf, da dieser meist wesentlich verschieden ist von dem des vordern. Als mehr nebensächlich wäre noch der Grössenunterschied hervorzuheben. Bei dem Original von *Plateosaurus* hat der Körper des vordersten Sakralwirbels nur eine Maximalhöhe von 62 mm an der hintern Gelenkfläche, in der Mitte beträgt die Höhe bis zum obern Bogen 60 mm, bis zur Tiefe der Rückenmarksfurche 18 mm, die Breite an der hintern Gelenkfläche 78 mm. Der Wirbel unseres *Zanclodon laevis* ist also um mehr als $^1/_3$ (etwa $^4/_{10}$) grösser in allen Dimensionen. Danach würde *Zanclodon* doch wohl ein noch grösseres Reptil gewesen sein als unser in Franken ehemals einheimischer *Plateosaurus*.

2. Die beiden andern Knochenreste gehören nach E. Fraas' Vergleichen und freundlicher Mitteilung ebenfalls der Beckenregion und zwar dem Darmbein von *Zanclodon laevis* (?) an. Der eine c. 12 cm lange Knochen entspräche dem oberen nach vorn gerichteten Fortsatz des Darmbeins, in Quenstedts Abbildung (Handbuch d. Petrefaktenkunde. 3. Aufl. 1885. Atlas) t. 13, f. 9 die links vorspringende Ecke. Das andere Stück, Gesteinsmasse, auf der einen Seite mit einem gewölbten Abdruck eines der Hälfte eines Trichters entsprechenden Knochens und schwachen Spuren von schwarzer Knochenmasse, könnte der Ausguss der tiefen Wölbung an der hintern Seite des Darmbeins sein.

Zu meinem Bedauern ist es mir nicht mehr, wie ich zuerst in Absicht hatte, möglich, meine Studien an den zahlreichen hier erwähnten und beschriebenen, aber leider noch nicht abgebildeten interessanten Knochenresten fortzusetzen und zwar im Stuttgarter Naturalienkabinet und daselbst autoptische Vergleiche mit den vollständigen Zanclodonskeletten anzustellen. Erst hierdurch sowie durch sorgfältige Abbildung der durch abweichende Merkmale bemerkenswerteren unter den Knochen würden diese Studien, wie ich wohl weiss, zu einem vollständig befriedigenden Resultat und zum definitiven Abschluss gebracht werden. Meine

unmittelbar bevorstehende Übersiedlung nach Cairo steht einem Besuche von Stuttgart fürs erste wenigstens hindernd entgegen.

Aber vielleicht geben diese mehr vorläufigen Mitteilungen Herrn Professor E. Fraas, Konservator am Kgl. Naturalienkabinet in Stuttgart, den Anstoss, seine früher[1]) angekündigte Monographie von *Zanclodon laevis* nebst Tafeln baldigst in Angriff zu nehmen und damit zugleich eine nochmalige Bearbeitung und besonders Abbildung der neugefundenen Plateosaurusreste Frankens, welche augenblicklich im hiesigen Mineral. geologischen Institut vereinigt liegen, zu verbinden.

1) Die schwäbischen Triassaurier 1896, p. 18.

Erlangen, im August 1897.

Über den Verlauf der Jodausscheidung nach Einverleibung von C. Paal'schem jodwasserstoffsauren Glutinpepton.

Von Oscar Schulz.

(Aus dem physiologischen Institut zu Erlangen.)

Das Verhalten der chlor- und bromwasserstoffsauren Glutinpeptone im thierischen und menschlichen Organismus ist durch frühere, im hiesigen physiologischen Institut ausgeführte Untersuchungen[1]) im wesentlichen klar gestellt worden. Anknüpfend an jene Arbeiten habe ich das jodwasserstoffsaure Salz des Glutinpeptons einer physiologischen Prüfung unterzogen und zunächst die Frage zu beantworten gesucht, in welcher Weise dieses Präparat nach Einverleibung *per os* wieder ausgeschieden werde. Der Gedanke, ein mit Jod beladenes Pepton zu einem regelrechten Fütterungsversuch zu verwerthen, zu einem Versuch, wie er mit dem chlorwasserstoffsauren Glutinpepton[2]) in überraschend erfolgreicher Weise durchgeführt werden konnte, ist von vornherein von der Hand zu weisen. Der Organismus würde wahrscheinlich das Pepton als Stickstoffnahrung ohne Schwierigkeit vollkommen ausnutzen, aber er würde sicherlich eine fortdauernde Belastung mit den gleichzeitig eingeführten Jodmengen nicht ohne mehr oder minder schwere Störungen ertragen können.

Eine andere Frage ist es, welche allgemeinen und localen Wirkungen das jodwasserstoffsaure Glutinpepton zur Folge habe,

---

1) Siehe die Arbeiten von F. Heubach, Ueber Infusionen von C. Paal'schem salzsauren Glutinpepton in die Blutbahn, Sitzgsber. d. phys.-med. Soc. in Erlangen 25. Heft (1893), S. 98 ff., von O. Ganz, Ein Fütterungsversuch mit C. Paal'schem Glutinpepton, ebenda 26. Heft (1894), S. 47 ff. und von E. Pflaumer, Über Wirkungen und Schicksale des bromwasserstoffsauren Glutinpeptons im tierischen und menschlichen Organismus, ebenda 27. Heft (1895), S. 145 ff.

2) Vgl. die citirte Arbeit von O. Ganz.

wenn es in ähnlicher Weise wie die bekannten anorganischen Jodverbindungen therapeutisch angewendet wird; eine andere Frage ferner, wie das Schicksal der beiden Componenten dieses Präparats sich gestalte, wenn es subcutan oder in die Bauchhöhle oder direct in die Blutbahn eingeführt wird. Diese Fragen fordern jedenfalls zu eingehenderer Bearbeitung auf, und ich hoffe durch Fortführung der begonnenen Untersuchung noch einiges zu ihrer Lösung beitragen zu können.

Das von mir verwendete jodwasserstoffsaure Glutinpepton wurde mir von Herrn Professor C. Paal zur Verfügung gestellt, dem ich für die freundliche Ueberlassung einer grösseren Quantität des Präparats auch an dieser Stelle bestens danke. Das Jodpepton, wie ich es der Kürze halber nennen will, ist in trocknem Zustande ein lockeres, aus dünn lamellösen Partikeln bestehendes Pulver von ockergelber Farbe. Der Farbenton ist bei verschiedenen Proben des Präparats nicht immer der gleiche, er schwankt mit dem Jodgehalt. Der letztere aber ist sehr beträchtlichen Schwankungen unterworfen: je nachdem Gelatine, das Ausgangsmaterial für die Darstellung der Glutinpeptone, kürzere oder längere Zeit mit wässeriger Jodwasserstoffsäure erhitzt wird, werden jodärmere oder jodreichere Peptonsalze erhalten. Das trockne Jodpepton ist in hohem Grade hygroskopisch, was das quantitativ-analytische Arbeiten mit dem Präparat gelegentlich erschwert; ich habe aber den Eindruck, als ob bei dem chlor- und bromwasserstoffsauren Salz des Glutinpeptons, ganz besonders bei dem Chlorhydrat, diese unangenehme Eigenschaft noch viel stärker ausgesprochen sei als bei der Jodverbindung.

Bewahrt man jodreichere Glutinpeptone, solche mit 30 % HJ, längere Zeit trocken auf, so zeigen sie mehr oder minder deutlich den Geruch nach Äthyljodid. Man wird sich hierüber nicht wundern, wenn man bedenkt, dass sie aus absolut-alkoholischen Lösungen durch Eindampfen gewonnen werden. Sie haben also Gelegenheit gehabt, sich zu esterificiren. Und dass bei den Jodpeptonen eine Esterificirung stattfinden kann, ist mit Bestimmtheit vorauszusetzen, da C. Paal diesen Vorgang bei den unter denselben Bedingungen eingedampften Lösungen der chlorwasserstoffsauren Glutinpeptone einwandsfrei nachgewiesen hat. Um

die chemische Verfassung der Jodpeptone anzudeuten, könnte man sie als jodwasserstoffsaure Salze partiell esterificirter Amidosäuren bezeichnen. Dass aus Jodhydraten derartiger Äthylester sich leicht Äthyljodid abspalten kann, liegt auf der Hand.

In dieser Veränderlichkeit des Präparats liegt für eine allenfalls ins Auge zu fassende therapeutische Verwendung wohl ein Nachtheil, allein sicherlich kein bedenklicher. Man wird entweder nur frische, in dunklen Gläsern aufbewahrte Präparate verwenden, oder man wird sich aus frischen Präparaten mässig concentrirte wässerige Lösungen von bekanntem Gehalt herstellen und vorräthig halten. Ich habe solche Lösungen monatelang aufbewahrt, sie von Zeit zu Zeit analytisch geprüft und ihre Zusammensetzung kaum merklich verändert gefunden.

Das Jodpepton löst sich, wie nicht anders zu erwarten, spielend leicht in Wasser und in Alkohol. Die Lösungen zeigen, frisch bereitet, bisweilen eine leichte Trübung. Filtrirt man nach einigen Tagen von dieser ab, so bleiben sie dauernd[1]) vollkommen klar. Ihre Farbe ist je nach der Concentration dunkel braunroth bis hellgelb, wie die der wässerigen Jodwasserstoffsäure. Auf Lackmus reagiren sie deutlich sauer.

Sie enthalten wohl stets eine geringe Menge freien, aus dem Jodwasserstoff unter der Einwirkung des Lichtes und der Wärme (beim Eindampfen) abgespaltenen Jods. Man braucht sie nur mit Chloroform oder Schwefelkohlenstoff auszuschütteln, um sogleich eine mehr oder minder deutliche Jodreaction zu erhalten. Es ist ein Leichtes, dieses freie Jod quantitativ zu bestimmen; seine Menge ist, wie gesagt, gering, sie betrug bei den mir zur Verfügung stehenden Peptonsalzen 1—3 % des Gesammtjodes. Ob seine Gegenwart bei innerlicher Verwendung des Jodpeptons in jedem Fall ganz vernachlässigt werden kann, bleibe dahingestellt; sicherlich wird es nicht schwer sein, durch eine geeignete Form der Darreichung des Präparats die Wirkung des freien Jods zu paralysiren.

Sehr störend bei der Einverleibung *per os* ist der ekelhaft bittere Geschmack des Jodpeptons. Die meisten Peptone, wenigstens

1) Eine 30 %ige Lösung hatte nach monatelangem Stehen in verschlossener Flasche ein geringes jodhaltiges Sediment abgesetzt. Die Abschwächung ihres Jodgehalts konnte durch die colorimetrische Analyse nicht nachgewiesen werden.

diejenigen Producte, die mit diesem Namen im Sinne der Kühne'schen Definition zu bezeichnen sind, schmecken bitter; aber man kommt bei Fütterungsversuchen über diese Bitterkeit noch ziemlich gut hinweg. So gelang es mir, einen Hund so zu gewöhnen, dass er wässerige Lösungen von chlorwasserstoffsaurem Glutinpepton, die mit etwas gehacktem Fleisch aufgekocht worden waren, ohne Zaudern verzehrte. Das Bromhydrat[1]) des Leimpeptons bereitet in dieser Beziehung noch weniger Schwierigkeiten, wie sich bei einer ganzen Reihe von Versuchen am Menschen herausgestellt hat. Ganz anders das Jodhydrat. Sein Geschmack ist so intensiv bitter und zugleich so widerwärtig, dass ganz sicher nicht darauf zu rechnen ist, dass ein Versuchsthier sein mit Jodpepton versetztes Futter fressen wird. Ich habe auf jedes Probieren in dieser Richtung verzichtet und das Präparat meinen Versuchsthieren stets mittels Schlundsonde einverleibt. Ob man bei einer noch zu versuchenden Anwendung in der Therapie mit Geschmackscorrigentien auskommen wird, steht dahin; mir scheint es vorläufig sehr zweifelhaft. Ich selbst habe einmal eine Lösung von nahezu 10 g Jodpepton in etwa 60 ccm Wasser getrunken (s. weiter unten den letzten Versuch), aber ich möchte weder mir selbst noch andern mehrfach eine ähnliche Leistung zumuthen. Der bittere Geschmack ist übrigens nicht gerade von langer Dauer, ein paar Schluck Wasser oder Milch beseitigen ihn schnell. Bei der Verordnung würde man natürlich die Geschmacksfrage am besten ganz umgehen und das Pepton in Oblaten oder in Pillenform nehmen lassen.

Die Lösungen des Jodpeptons geben eine rothviolette Biuretreaction. Sind sie wasserhell, so ist die charakteristische Färbung bei einem Gehalt von 0,05 % eben noch, bei einem solchen von 0,1 % schon sehr deutlich zu erkennen. Damit ist die Schärfe dieser Reaction, ihr Werth für die Untersuchung des Harns gekennzeichnet. Sehr kleine Peptonmengen können zweifellos leicht übersehen werden. Und nicht allein das: sie können auch bei sorgfältigster Ausführung der Analyse überhaupt nicht gefunden werden, denn mehr als die Biuretprobe leisten auch die anderen Peptonreactionen, die Fällungen mit Phosphorwolframsäure u. a., nicht. Wer sich mit Untersuchungen über Resorption

1) Vgl. die oben citirte Arbeit von E. Pflaumer.

und weiteres Schicksal der Peptone beschäftigt, muss sich diese Thatsache, die ja nicht allein für die Jodpeptone, sondern für alle echten Peptone uneingeschränkt gilt, stets gegenwärtig halten. Die Versuchsbedingungen müssen im einzelnen Falle so gewählt werden, dass eine Beantwortung der gestellten Frage durch die Analyse überhaupt möglich ist. Wer einem Versuchsthier von 2 Kilogr. Körpergewicht 1 oder 2 Decigr. Pepton einverleibt, um nachher in der Säftemasse des Körpers, in den Geweben, in den Ausscheidungen nach dem Pepton oder seinen Umwandlungsproducten zu fahnden, macht sich eine ganz verlorene Mühe, er wird und kann das Pepton garnicht wiederfinden.

Die Physiologie ist in der Frage von der Resorption der Peptone vom Darmkanal aus, dank den schönen Untersuchungen von Hofmeister[1]) und von Neumeister[2],) zu einer ziemlich bestimmten Antwort gelangt. Aber können wir unter Berücksichtigung der Sicherheit und Schärfe der analytischen Befunde diese Antwort ganz ohne Bedenken gelten lassen? Enthält das Pfortaderblut wirklich kein Pepton? Nachweisen lässt es sich nicht, oder richtiger, nachweisen konnten wir es bisher nicht. Mehr zu sagen, mehr zu behaupten scheint doch ein wenig gewagt. Ich habe bei den Versuchen, die ich hier mittheilen will, das Pepton in den Harnen der Versuchsthiere mit Hilfe der Biuretreaction nachzuweisen gesucht und niemals etwas gefunden. Die Versuchsbedingungen waren so gewählt, dass, wenn das Pepton auch nur annähernd so schnell und annähernd so reichlich in den Harn übergetreten wäre wie sein Begleiter, die Halogenwasserstoffsäure, der analytische Nachweis desselben gelingen musste. 0, 1 % Pepton enthielten die Harne bestimmt nicht, ob sie etwa 0, 01 % enthielten, bleibt unentschieden. Vom praktischen Standpunkt aus darf ich wohl den Satz aussprechen: Nach Einfuhr von Jodpeptonen in den Magen-Darmkanal tritt niemals Pepton im Harn auf. Man könnte diesen Satz, abgesehen von den analytischen Befunden, ja noch durch theoretische Gründe zu stützen ver-

1) F. Hofmeister, Zeitschr. f. physiolog. Chemie Bd. V, S. 127.
Derselbe, Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. VI, S. 69.
2) R. Neumeister, Zeitschr. f. Biologie Bd. VI, S. 277.
Derselbe, Sitzgsber. d. phys.-med. Soc. in Würzburg 1889, S. 66.
Derselbe, Zeitschr. f. Biologie Bd. VI, S. 287.

suchen; allein es scheint mir richtiger, ihn etwas einzuschränken und zu sagen: Nach Einfuhr von Jodpeptonen lässt sich eine Ausscheidung von Pepton durch den Harn mit Hilfe der Biuretreaction nicht nachweisen.

Wesentlich besser steht es mit dem Nachweis des zweiten Componenten, der Jodwasserstoffsäure. — Zu den sichersten und schärfsten Reactionen in der analytischen Chemie gehören bekanntlich die Fällungen der Halogene durch Silbernitrat, sie zeigen uns qualitativ die geringsten Spuren von Chlor, Brom und Jod an und ermöglichen eine quantitative Bestimmung dieser Elemente, deren Genauigkeit allein von der Empfindlichkeit unserer analytischen Waagen abhängt. Aber diese Art der quantitativen Halogenbestimmung ist ziemlich zeitraubend, zu zeitraubend wenigstens, wenn es sich bei Stoffwechselversuchen um fortlaufende Reihen von Harnanalysen handelt. Für derartige Zwecke ist bei Chlorbestimmungen die Titration (nach Mohr oder Volhard) entschieden vorzuziehen, bei Brom- und Jodbestimmungen das colorimetrische Verfahren, bei dem das Halogen als freies Element durch elementares Chlor oder, was sich für Jodide mehr empfiehlt, durch salpetrige Säure aus seinen Verbindungen abgeschieden, dann in Schwefelkohlenstoff oder Chloroform gelöst und schliesslich auf Grund der Farbenintensität dieser Lösung quantitativ bestimmt wird.

Was dieses Verfahren bei bromhaltigen Harnen leisten kann, ist in einer früheren aus dem hiesigen Institut hervorgegangenen Arbeit [1]) gezeigt worden. Die colorimetrische Jodbestimmung aber hat in den letzten 1½ Jahren eine so überaus häufige Anwendung gefunden, dass sie zur Zeit schlechthin die moderne analytische Methode in der physiologischen Chemie geworden ist. In der ganzen Flut von Arbeiten, die Baumann's berühmte Entdeckung vom Jodgehalt der Schilddrüse hervorgerufen hat, begegnen wir ihr fort und fort. Baumann [2]) selbst hat sie genau durchgeprüft und für ihre Anwendung zur Ermittlung des Jodgehalts frischer Schilddrüsen eine detaillirte Vorschrift ausgearbeitet. Ich wüsste nicht, was dieser Vorschrift hinzuzufügen wäre. Was die Ge-

1) E. Pflaumer, l. c.

2) E. Baumann, Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. XXII, S. 2.

nauigkeit der Methode betrifft, so geht aus den analytischen Belegen Baumann's hervor, dass er Hundertstel von Milligrammen mit Sicherheit bestimmen konnte.

Jedenfalls genügt ihre Genauigkeit für die Harnuntersuchung in vollstem Masse, sie übertrifft bei weitem die der gewichtsanalytischen Jodbestimmung, die im besten Fall noch Zehntel Milligramme ermitteln kann.

Ich habe die nach Einverleibung von Jodpepton entleerten Harne, ferner Harne, die mit gewogenen Mengen von Jodkalium oder von Jodpepton versetzt waren, ausschliesslich nach dem colorimetrischen Verfahren auf ihren Jodgehalt untersucht und im Laufe von nicht ganz 3 Monaten etwa 150 Jodbestimmungen ausführen können. Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass jede einzelne Bestimmung zum mindesten doppelt, zumeist aber dreimal ausgeführt wurde Das Verfahren besitzt also den doppelten Vorzug, genau genug und dabei rasch ausführbar zu sein. Es verlangt eine gewisse Einübung und ein farbenempfindliches Auge.

Bei der Anwendung des Verfahrens auf Harne und Harnaschen sind mancherlei Einzelheiten zu berücksichtigen, auf die ich hier *in extenso* eingehen möchte, auch auf die Gefahr hin, dass diejenigen, die sich in den letzten 1½ Jahren mit physiologischen und klinischen Untersuchungen über Jodothyrin und Schilddrüsenpräparate beschäftigt haben, aus diesen Bemerkungen vielleicht nicht viel Neues entnehmen werden.

Zunächst die Verdünnung des Harns. Hat eine Vorprüfung ergeben, dass der zu untersuchende Harn ziemlich jodreich ist — das ist der Fall, wenn auf Zusatz von Chlorwasser oder einigen Tropfen rauchender Salpetersäure sofort eine merkliche Braunfärbung auftritt —, so verdünnt man den Harn zum mindesten 20fach und bestimmt den Jodgehalt dieser Verdünnung. Weniger stark zu verdünnen ist nur bei sehr hellen und specifisch leichten Harnen zweckmässig. Unverdünnte Harne quantitativ zu untersuchen möchte ich überhaupt ganz verwerfen: sie schäumen beim Schütteln, der Schleim, den ja jeder normale Harn in geringer Menge enthält, hüllt die Schwefelkohlenstoff- oder Chloroformtropfen ein und hindert sie am Zusammenfliessen, und die durch das angewendete Oxydationsmittel eingeleitete Zersetzung der organischen Harnbestandtheile, besonders des Harnstoffs, führt zu einer Gasentwicklung, die das gewünschte Absitzen der jod-

gefärbten Schicht ganz vereitelt. Man verdünne so stark als irgend möglich, 50fach bis 200fach! Freilich wird damit auch der Multiplicator jedes Beobachtungsfehlers vergrössert, aber dieser Nachtheil wird durch den Vortheil, die Farbentöne völlig klarer Schichten vergleichen zu können, wieder ausgeglichen.

Bei Hundeharnen ist meistens eine 20fache Verdünnung noch nicht ausreichend, um den Einfluss der organischen Harnbestandtheile auszuschalten. Gestattet der geringe Jodgehalt eine grössere Verdünnung nicht, so verzichtet man lieber auf die directe Bestimmung und dampft den Harn ein, verascht den Rückstand und bestimmt das Jod in dem wässerigen Extract der Asche.

Jodarme Kaninchenharne bereiten bei der directen Bestimmung weniger Schwierigkeiten als Hundeharne von gleichem Jodgehalt. Indes kommt man auch hier manchmal mit einer 20fachen Verdünnung nicht in befriedigender Weise zum Ziel. In solchen Fällen wird man ebenfalls gut thun, sich nicht lange mit Wiederholungen der Bestimmung aufzuhalten und gleich zur Veraschung zu schreiten.

Was das Agens zur Zersetzung der Jodverbindung betrifft, so habe ich mich ausschliesslich der salpetrigen Säure bedient. Das Chlorwasser ist, besonders bei Sommertemperatur, von ganz inconstantem Chlorgehalt. Ausserdem kann schon ein geringer Überschuss von Chlor auf das freie Jod oxydirend wirken und so die Bestimmung fälschen. Ich habe die salpetrige Säure stets folgendermassen angewendet: Von einer 3 %igen wässerigen Natriumnitritlösung, die sich in einer Bürette befand, wurden 3 ccm in die neutrale oder alkalische jodhaltige Flüssigkeit (verdünnter Harn oder Extract von Harnasche) abgelassen. Dann wurde Schwefelkohlenstoff zugefügt und schliesslich mit 25%iger Schwefelsäure stark angesäuert. Die sich entwickelnde salpetrige Säure setzt sogleich alles Jod in Freiheit. Eine Oxydation des freien Jods durch überschüssige Säure findet nicht statt.

Für die Ausschüttelung des freien Jods kommen nur zwei Flüssigkeiten in Betracht, Schwefelkohlenstoff und Chloroform. Baumann, der ja nur mit Ascheextracten, also mit wässerigen Lösungen anorganischer Salze zu thun hatte, hat sich für Chloroform entschieden. Für Ascheextracte ist es zweifelsohne ganz geeignet, für Harne aber ist Schwefelkohlenstoff vorzuziehen. Chloroform, das mit Harn, selbst stark verdünntem, durchge-

schüttelt wurde, pflegt sich in Gestalt kleiner Tropfen abzusetzen, die keine Neigung zeigen, zusammenzufliessen und eine für die Beobachtung geeignete Schicht zu bilden. Nur nach längerem Zuwarten oder nach häufigem vorsichtigen Hin- und Herneigen des Schüttelcylinders kann man eine durchsichtige Chloroformschicht erhalten. Schwefelkohlenstoff bewährt sich dabei entschieden besser, er setzt sich aus Harnen eher als zusammenhängende bläschenfreie Flüssigkeitsschicht ab, womit ich nicht sagen will, dass er nicht gelegentlich auch Störungen verursachen kann. Auch bei der Ausschüttelung der Harnaschen hat sich mir der Schwefelkohlenstoff als ganz brauchbar erwiesen, zum mindesten ebenso brauchbar wie das Chloroform; ich hatte also keinen Grund, das letztere anzuwenden. Angenehm ist freilich das fortgesetzte Arbeiten mit einem so feuergefährlichen, schlecht riechenden und giftigen Körper nicht. Andererseits kann man aber auch nicht behaupten, dass die sonstigen Eigenschaften des Chloroforms, wenn man anhaltend damit arbeitet, ganz indifferent seien.

Die Menge des angewendeten Schwefelkohlenstoffs war in allen Versuchen die gleiche, und zwar stets 2 ccm. Zur Entnahme aus der Flasche diente eine kurze Pipette von 2 ccm Inhalt.

Der käufliche Schwefelkohlenstoff besitzt nicht immer die erforderliche Reinheit. Ist er merklich gelb gefärbt, so muss er destillirt werden. Die Reinigung bereitet nur geringe Mühe; eine einmalige Destillation liefert ein genügend reines Präparat.

Als jodhaltige Vergleichsflüssigkeit habe ich bei allen Vorprüfungen, bei den Bestimmungen des Jodgehaltes der Jodpeptonlösungen eine 0,1 ‰ige Jodkaliumlösung benutzt. Eine solche Lösung enthält im Cubikcentimeter 0,0764 mg Jod; 0,1 ccm davon giebt nach Zusatz von 2 Tropfen 2 % igen Natriumnitrits und 1 Tropfen Schwefelsäure beim Schütteln mit $^1/_2$ ccm Schwefelkohlenstoff oder Chloroform eine eben noch erkennbare Jodreaction.

Bei den Harnuntersuchungen diente als Vergleichsflüssigkeit eine Jodpeptonlösung von bekanntem Gehalt, und zwar eine Lösung desselben Präparats, das dem betr. Versuchsthier oder der Versuchsperson einverleibt worden war. Es kam mir ja darauf an, die im Harn wiedergefundene Jodmenge direct in Vergleich zu setzen mit dem in Gestalt von Jodpepton zugeführten

Jod, und für diesen Zweck bedeutete es eine Vereinfachung der Rechnung, wenn das ausgeführte Jod durch die colorimetrische Bestimmung auf Jodpepton bezogen und als solches in Ansatz gebracht wurde. Die Vergleichsflüssigkeit war eine 0,04 %ige Lösung eines HJ-Peptons von 27,16 % HJ-Gehalt, sie enthielt in ccm 0,10795 mg Jod (vgl. die Angaben auf S. 102). Eine solche Lösung hielt sich 14 Tage bis 3 Wochen ganz unverändert; bei längerem Aufbewahren begann sie zu schimmeln und musste dann erneuert werden.

Zur Bereitung der Harnasche von solchen Harnen, die wegen zu geringen Jodgehalts nicht direct untersucht werden können, verwendet man 50 bis 400 ccm Harn. Nach Zusatz von 1—4 g festen Kali- oder Natronhydrats dampft man den Harn auf ein kleines Volumen ein, spült die syrupöse Masse in eine Silberschale von etwa 100 ccm Rauminhalt, bringt auf mässigem Feuer zur völligen Trockne und äschert den Rückstand langsam ein. Eine vollkommene Verbrennung der mit Alkalicarbonat durchsetzten Kohle ist auch durch sehr lange fortgesetztes Glühen meist nicht zu erreichen. Man kann durch Zufügen von gepulvertem Salpeter (1—1½ g) sehr energisch nachhelfen, aber man muss damit sehr vorsichtig sein, da das Jodalkali durch die oxydirende Schmelze leicht in jodsaures Salz umgewandelt werden kann. Nothwendig ist nach meinen Erfahrungen der Salpeterzusatz nicht. War der Harnrückstand nach völliger Verkohlung noch ¼ Stunde lang einer schwachen Rothglut ausgesetzt, so kann man das Erhitzen abbrechen. Helle Rothglut ist unbedingt zu vermeiden, da sich sonst leicht etwas Jodalkali verflüchtigt. Man weicht die kohlige Schmelze in Wasser auf, filtrirt, wäscht nach, neutralisirt das Filtrat mit 25 %iger Schwefelsäure und füllt es zu einem passenden Volumen auf. In dieser Flüssigkeit wird das Jod dann ebenso bestimmt wie im verdünnten Harn; da störende Verunreinigungen fehlen, so ist die colorimetrische Bestimmung meist leichter auszuführen als beim Harn selbst.

Es ist selbstverständlich, dass alle bei der Analyse angewendeten Reagentien vollkommen jodfrei sein müssen. Wie wichtig es ist, in dieser Beziehung auch den sogenannten reinsten chemischen Präparaten gegenüber misstrauisch zu sein, lehrt die Beobachtung von Autenrieth[1]), der auch im alkoholgefällten

1) W. Autenrieth, Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. XXII, S. 512.

Natriumhydrat merkliche Spuren von Jod fand. Ich kann hinzufügen — was bei den üblichen klinischen Jodproben wohl berücksichtigt werden sollte —, dass ich in vier verschiedenen Proben von rauchender Salpetersäure sehr deutlich Jod nachweisen konnte. Ich habe daher von einer Verwendung dieser Säure ganz abgesehen und immer nur jodfreies Natriumnitrit gebraucht. Das mir zur Verfügung stehende Natrium hydric. in bacill. enthielt so viel Jod, dass 10 g davon, die in concentrirter Lösung auf einmal untersucht wurden, eine merkliche Jodreaction gaben. Ich habe das Präparat, in Ermangelung eines besseren, trotzdem ohne Bedenken bei den Harnuntersuchungen gebraucht, weil ich bei einer Veraschung nie mehr als 4 g verwendete, und weil hiervon wiederum nie mehr als der vierte Theil bei der einzelnen colorimetrischen Bestimmung mit zur Untersuchung gelangte, d. h. eine Menge, deren Jodgehalt das Ergebnis der Harnuntersuchung nicht beeinträchtigen konnte.

Ich komme nunmehr zu den Analysen des Jodpeptons und der jodhaltigen Harne.

Jodwasserstoffsaures Glutinpepton mit 27,16 % HJ (nach Carius bestimmt.)

Eine 2 % ige Lösung des Präparats wird mit $^1/_{10}$ Normal-NaOH titrirt; Indicator Rosolsäure. Der Säuregehalt ergiebt sich zu 0,5504 %; das trockne Präparat würde hiernach 27,52 % HJ enthalten. Wie die Titration zeigt, ist die Jodwasserstoffsäure, ganz im Gegensatz zur Chlorwasserstoffsäure bei den Glutinpeptonchlorhydraten, so locker an das Pepton gebunden, dass sie durch Alkali schon in der Kälte vollkommen abgedrängt werden kann. Die schwach gelbliche 2 % ige Lösung wird, ohne Zusatz von Natriumnitrit + Schwefelsäure, mit Schwefelkohlenstoff ausgeschüttelt: deutliche Jodreaction. Das freie Jod wird durch Vergleich mit einer 0,1 ‰ igen KJ-Lösung quantitativ bestimmt.

100 ccm der 2 % igen Lösung enthalten 6,468 mg freies Jod, das trockne Peptonpräparat enthält demnach

0,3234 % freies Jod.

Der Gesammtjodgehalt einer 0,04 % igen Jodpeptonlösung wird colorimetrisch bestimmt; er wird

= 0,0107951 %

gefunden, während nach der elementaranalytischen Bestimmung 0,010864 % gefunden werden sollten.

Auf das trockne Präparat berechnet, ergiebt also die colorimetrische Analyse, wenn auch das freie Jod als Jodwasserstoffsäure mit in Anrechnung gebracht wird,

26,98 % HJ

statt der nach Carius ermittelten 27,16 % HJ. Ich meine, dass man mit einer derartigen Uebereinstimmung wohl zufrieden sein kann.

Die Menge des freien Jods macht bei dem vorliegenden Präparat etwas mehr als 1 % des Gesammtjodgehaltes aus; sie ist zu unerheblich, um der physiologischen Prüfung des Präparats irgendwelche Schwierigkeiten zu bereiten. In einem anderen, jodreicheren Pepton mit 31,9 % HJ (nach Carius bestimmt), das ich übrigens vorläufig zu physiologischen Versuchen nicht verwendet habe, fand ich 0,8085 % freies Jod, das Verhältniss des freien Halogens zum Gesammthalogen würde sich hier gleich 2,5 : 100 ergeben. Eine Zunahme des freien Jods habe ich bei beiden Präparaten, als sie nach monatelangem Aufbewahren von neuem geprüft wurden, nicht constatiren können. Dass die Jodpeptone überhaupt Jod abspalten und insbesondere beim Eindampfen ihrer Lösungen Jod abspalten, erklärt sich aus der nicht eben festen Bindung der Jodwasserstoffsäure an das Pepton und aus ihrer Zersetzlichkeit. Bei dem Glutinpeptonbromhydrat habe ich eine spontane Abspaltung freien Halogens nie beobachten können.

Versuch I.

Kaninchen, 2060 g schwer, anscheinend vollkommen gesund, erhält mittelst Schlundsonde 2,620 g Jodpepton mit 27,16 % HJ in ca. 30 ccm Wasser gelöst. Mit 5 ccm Wasser, dann mit ebensoviel Milch nachgespült.

1. Harn, nach 8 Stunden, 44 ccm, trübe, alkalisch, bräunlich verfärbt, frei von Pepton, Eiweiss, Zucker, Gallenfarbstoff. Jod in der 200 fachen Verdünnung durch Vergleich mit einer 0,04 % igen Jodpeptonlösung bestimmt. Jodgehalt entspricht 0,553 g Jodpepton.

2. Harn, nach 32 Stunden, 105 ccm, trübe, alkalisch, bräunlich, frei von Pepton, Eiweiss, Zucker, Gallenfarbstoff. Jod in der 200fachen Verdünnung bebestimmt. Jodgehalt entspricht 1,5960 g Jodpepton.

3. Harn, 220 ccm, hell, alkalisch, 20 fach verdünnt. „ „ 0,1540 „ „

4. Harn, 320 ccm, hell, alkalisch, 5fach verdünnt. Grenze für die directe quantitative Bestimmung. „ „ 0,0384 „ „

5. Harn, 250 ccm. Das ganze Quantum eingedampft und eingeäschert. „ „ 0,0301 „ „

6. Harn, 165 ccm. Das ganze Quantum eingedampft und eingeäschert. „ „ 0,0052 „ „

7. Harn, 170 ccm. Das ganze Quantum eingedampft und eingeäschert. „ „ 0,0049 „ „

8. u. 9. Harn, 533 ccm. Hiervon 300 ccm eingedampft und eingeäschert. „ „ 0,01696 „ „

10. u. 11. Harn, 650 ccm. Hiervon 300 ccm eingedampft und eingeäschert. „ „ 0,01230 „ „

12. und 13. Harn, 500 ccm. Das ganze Quantum eingedampft und eingeäschert „ „ 0,0010 „ „

14. und 15. Harn, 413 ccm. Das ganze Quantum eingedampft und eingeäschert. „ „ 0,0007 „ „

16. Harn, 203 ccm. In dem Extract der Asche ist Jod nicht mehr nachzuweisen.

Im ganzen 2,41256 g Jodpepton

wiedergefunden, d. h. so viel Jod, als in 2,41256 g Jodpepton enthalten ist. Eingeführt wurden 2,62 g. Von dem damit eingeführten Jod sind in 15 Tagen 92 % wieder ausgeschieden worden. Da Verluste beim Auffangen des Harns nicht zu vermeiden sind, so darf man wohl annehmen, dass das Jod in 15 Tagen den Körper so gut wie vollkommen verlassen hat.

Pepton konnte auch in den ersten Harnen niemals gefunden werden.

Eine wie immer geartete toxische Wirkung des Jodpeptons liess sich bei diesem Versuch nicht beobachten.

Versuch II.

Kaninchen, 2140 g schwer, erhält mittelst Schlundsonde eine wässerige Lösung von 2,625 g Jodpepton. Mit Wasser und dann mit wenig Milch nachgespült.

1. Harn, nach 24 Stunden, 138 ccm, bräunlich, alkalisch, frei von Pepton, Eiweiss, Zucker, Gallenfarbstoff. Untersucht wird die 200 fache Verdünnung.	Jodgehalt entspricht 2,0200 g Jodpepton.
2. Harn, 140 ccm, bräunlich, alkalisch, frei von Pepton, Eiweiss, Zucker, Gallenfarbstoff. Untersucht wird die 200 fache Verdünnung.	„ „ 0,6624 „ „
3. Harn, 410 ccm, hellgelb, alkalisch. Zur directen Bestimmung nicht mehr brauchbar. 150 ccm eingedampft und eingeäschert.	„ „ 0,0205 „ „
4. Harn, 455 ccm, hellgelb, alkalisch. Jod direct auch qualitativ nicht mehr nachweisbar. 200 ccm eingeäschert. Im Auszug der Asche Jod ebenfalls nicht mehr nachzuweisen.	

Jodgehalt der drei Harne entspricht 2,7029 g Jodpepton.

Es wurde in diesem Fall mehr Jod im Harn gefunden, als mit dem Jodpepton eingeführt worden war. Der analytische Fehler ist wahrscheinlich in der ersten Jodbestimmung zu suchen. Ich würde es für ganz verfehlt halten, diesen Fehler als ein besonderes Versehen hinstellen zu wollen. Mit derartigen Abweichungen wird man rechnen müssen; sie werden sich grade bei Bestimmung sehr grosser Jodmengen niemals ganz vermeiden lassen.

Was im Vergleich zum ersten Versuch weit mehr auffällt, ist der rasche Ablauf der ganzen Jodausscheidung. Hier ist die Ausfuhr des Halogens in noch nicht 4 Tagen vollendet, während sie sich dort auf 15 Tage erstreckte.

Bemerkenswerthe physiologische Wirkungen des Präparats habe ich auch in diesem Fall nicht beobachtet.

Versuch III.

Kaninchen, 2035 g schwer, anscheinend gesund (vor Monaten tracheotomirt, Tracheotomiewunde glatt geheilt), erhält 4,740 g Jodpepton in wässeriger Lösung. Mit wenig Wasser und dann mit Milch nachgespült.

1. Harn, 3 Stunden nach der Eingiessung entleert, 50 ccm, schwach alkalisch, hellgelb gefärbt, frei von Pepton, Eiweiss und Zucker. Untersucht wird die 50fache Verdünnung.	Jodgehalt	entspricht	1,0000	g	Jodpepton.
2. Harn, nach 27 Stunden, 158 ccm, schwach gelb gefärbt, schwach alkalisch, frei von Pepton und Eiweiss. 50fach verdünnt.	„	„	2,8440	„	„
3. Harn, 360 ccm, schwach gelb gefärbt, alkalisch. 10fach verdünnt.	„	„	0,9000	„	„
4. Harn, 78 ccm, schwach gelb gefärbt, alkalisch, 5fach verdünnt.	„	„	0,0093	„	„

5. Harn, 420 ccm. Jod direct nicht mehr qualitativ nachweisbar, ebenso wenig in der Asche von 150 ccm.

Jodgehalt der vier Harne entspricht 4,755 g Jodpepton

Der Versuch ist dem vorhergehenden durchaus parallel zu stellen: in beiden die gleich prompte, in wenigen Tagen sich abwickelnde Jodausfuhr, analytisch in beiden der gleichartige, in der Bestimmung sehr jodreicher Harne liegende Fehler.

Versuch IV.

Junges, ausgewachsenes Kaninchen, 1970 g schwer, schlechter Fresser, erhält 6,035 g Jodpepton in concentrirter wässeriger Lösung. Mit 10 ccm Wasser und dann mit 10 ccm Milch nachgespült.

Das Thier hat 12 Stunden nach der Eingiessung noch keinen Harn entleert.

1. Harn, in der Zeit von der 12. bis zur 24. Stunde nach der Eingiessung entleert, 100 ccm, bräunlich, schwach alkalisch, frei von Pepton, Eiweiss, Zucker und Gallenfarbstoff. Zur Jodbestimmung 100fach verdünnt. — Jodgehalt entspricht 4,8000 g Jodpepton.

2. Harn, 37 ccm, bräunlich, alkalisch; specif. Gew. 1051! Frei von Eiweiss, Pepton und Zucker. Zur Jodbestimmung. 20fach verdünnt. — „ „ 0,5624 „ „

3. und 4. Harn, 285 ccm, hellgelb, alkalisch; spec. Gew. 1017; 20fach verdünnt. — „ „ 0,2756 „ „

5. Harn, 283 ccm; 4fach verdünnt. — „ „ 0,04075 „ „

6. Harn, 240 ccm. Jod qualitativ noch nachweisbar, directe quantitative Bestimmung nicht mehr aus-

zuführen. 200 ccm eingedampft und eingeäschert.	Jodgehalt	entspr.	0,01490	g	Jodpepton.
7. Harn, 335 ccm. Hiervon 200 ccm eingeäschert.	„	„	0,03014	„	„
8. Harn, 110 ccm. Hiervon 90 ccm eingeäschert.	„	„	0,00210	„	„
9. Harn, 482 ccm. Hiervon 250 ccm zur Veraschung.	„	„	0,00773	„	„
10. Harn, 295 ccm. Hiervon 250 ccm zur Veraschung.	„	„	0,00566	„	„
11. Harn, 325 ccm. Hiervon 250 ccm verascht.	„	„	0,00144	„	„

Der Gesammtjodgehalt der 11 Harne entspricht 5,94072 g Jodpepton.

Eingeführt wurden 6,035 g Jodpepton. Die Uebereinstimmung zwischen Einnahme und Ausgabe ist besser, als man erwarten kann. Daraus zu folgern, dass bei sorgfältiger Ausführung der Analysen das Jod des einverleibten Jodpeptons bis auf etwa 1 % im Harn wiedergefunden werden müsse, wäre unberechtigt. Mir ist das Resultat nur wieder ein Beweismittel dafür, dass die Jodcomponente den Organismus in kürzerer Zeit so gut wie vollständig mit dem Harn verlässt.

Versuch V.

Hündin, 3260 g schwer, gesund, sehr lebhaft, erhält mittelst Schlundsonde 5,350 Jodpepton in wässeriger Lösung. Mit 25 ccm Milch nachgespült.

1. Harn, 8 Stunden nach der Eingiessung entleert, 35 ccm, hellgelb, sauer, spec. Gew. 1030; frei von Eiweiss, Pepton, Zucker. Untersucht wird die 250 fache Verdünnung.	Jodgehalt	entspr.	1,16666	g	Jodpepton.
2. Harn, nach 30 Stunden, 105 ccm; spec. Gew. 1042; kein Eiweiss, kein Pepton. 100 fach verdünnt.	„	„	3,15000	„	„

3. u. 4. Harn, 58 ccm; spec. Gew. über 1050! Enthält Spuren von Eiweiss, kein Pepton. 40 fach verdünnt.	Jodgehalt entspricht 0,4704 g Jodpepton.
5. Harn, 53 ccm; spec. Gew. 1015. 20 fach verdünnt.	„ „ 0,2120 „ „
6. u. 7. Harn, 100 ccm; spec. Gew. 1045. 10 fach verdünnt.	„ „ 0,1400 „ „
8. und 9. Harn, 222 ccm; spec. Gew. 1040. 110 ccm verascht.	„ „ 0,1120 „ „
10. Harn, 75 ccm; spec. Gew. 1039. Enthält Spuren von Eiweiss. 50 ccm verascht.	„ „ 0,0064 „ „
11. Harn, 126 ccm; spec. Gew. 1027. Das ganze Quantum eingeäschert.	„ „ 0,0064 „ „
12. Harn, 265 ccm; spec. Gew. 1026. Das ganze Quantum eingeäschert.	„ „ 0,0003 „ „
13. Harn, 137 ccm; spec. Gew. 1021. Jod im Extract der Harnasche nicht mehr nachzuweisen.	
Der Gesammtjodgehalt der in 11 Tagen entleerten 12 Harne entspricht	5,26416 g Jodpepton.

Eingeführt wurden 5,350 g Jodpepton. Diesem Resultat gegenüber noch eine Beurteilung des Versuchs zu geben ist überflüssig; die Zahlen sprechen für sich selber.

Von den Nebenerscheinungen könnte allenfalls das zweimal beobachtete Auftreten von Eiweiss Beachtung verdienen. Ich glaube bestimmt nicht, dass hier eine Reizung der Niere durch das Jodpepton vorliegt, umsoweniger als die beiden ersten Harne eiweissfrei waren, und als ich auch später einmal, einige Wochen nach Ablauf der Jodausscheidung, bei gelegentlicher Harnuntersuchung Spuren von Eiweiss fand. Vielmehr glaube ich, dass

es sich bei meinem vorwiegend mit Fleisch gefütterten Versuchshunde um eine sogenannte physiologische (alimentäre) Albuminurie handelt, wie sie bei Hunden, die reichliches Fleischfutter erhalten, nicht so gar selten vorkommt.

Versuch VI.

9,502 g Jodpepton, in etwa 60 ccm Wasser gelöst, am 19. VII. abends 10 Uhr von mir selbst genommen. Geschmack im höchsten Grade widerwärtig bitter. Reichlich Wasser nachgetrunken. Nachgeschmack verschwindet bald. Es besteht noch kurze Zeit leichtes Kratzen im Rachen.

5 Minuten nach Einführung des Präparats ist Jod im Speichel nachzuweisen.

Störungen des Allgemeinbefindens machen sich in keiner Richtung bemerkbar.

20. VII. früh 7^{30}. 1. Harn, 482 ccm. Hellgelb, völlig klar; spec. Gew. 1022. Frei von Eiweiss, Pepton, Zucker. Zur Analyse 200fach verdünnt.	Jodgehalt entspr. 6,04000 g Jodpepton.
20. VII. früh 10^{15}. 2. Harn, 262 ccm. Hellgelb, völlig klar; spec. Gew. 1010. Frei von Eiweiss, Pepton, Zucker. 20fach verdünnt.	„ „ 0,83840 „ „
20. VII. nachm. 6 Uhr. 3. Harn, 410 ccm. Hell, klar; spec. Gew. 1016. Frei von Eiweiss, Pepton, Zucker. 20fach verdünnt.	„ „ 1,11527 „ „
20. VII. abends 12 Uhr. 4. Harn, 420 ccm. Hell, klar; spec. Gew. 1023. 20fach verdünnt.	„ „ 0,77680 „ „
21. VII. vorm. 7—12 Uhr. 5. Harn, 468 ccm, in drei Portionen entleert. Hell, klar;	

spec. Gew. 1025. 20fach verdünnt.	Jodgehalt entspr. 0,44928 g Jodpepton.
21. VII. abends 8—12 Uhr. 6. Harn 592 ccm, in zwei Portionen entleert. Hell, klar; spec. Gew. 1022. 20fach verdünnt.	„ „ 0,12608 „ „
22. VII. 7. Harn 1205 ccm, Tagesharn, letzte Entleerung abends 11^{30}. Hell, klar; spec. Gew. 1018. 300 ccm eingedampft und eingeäschert; Ascheextract = 100 ccm.	„ „ 0,05141 „ „
23. VII. 8. Harn 1565 ccm, Tagesharn, letzte Entleerung 11^{30}. Hell, klar; spec. Gew. 1016. 400 ccm eingedampft und eingeäschert. Im Ascheextract ist Jod nicht mehr nachzuweisen.	

Der Gesammtjodgehalt der 8 untersuchten in 4 Tagen entleerten Harne entspricht 9,39724 g Jodpepton.

Eingeführt wurden 9,502 g. Die Ausscheidung des Jods ist demnach zweifellos als vollständig zu bezeichnen. Was den Gang der Ausscheidung betrifft, so stimmt der Versuch mit den Erfahrungen, die man beim Jodkalium gemacht hat, überein. Im allgemeinen werden nach Einverleibung von 1—30 g Jodkalium 80 % des Jods innerhalb 24 Stunden durch die Nieren wieder ausgeschieden[1]), während der Rest des Jods erst in 3—4 Tagen den Körper verlässt. Fast genau so scheint sich das Jod des Jodpeptons zu verhalten, wenn man das Ergebniss des einen Versuchs verallgemeinern darf, und man kann hieraus den ohnedies sicherlich berechtigten Schluss ableiten, dass das Jodpepton im Magen-Darmkanal oder nach der Resorption in

1) L. Lewin, Die Nebenwirkungen der Arzneimittel. 1893. S. 394.

der Säftemasse sein Jod in Gestalt von Jodalkali abgebe und dass letzteres dann weiterhin in derselben Weise wie die *per os* eingeführten Jodalkalien eliminirt werde.

Bemerkenswerth ist der Gegensatz zwischen dem bromwasserstoffsauren Glutinpepton und dem Jodpräparat. Während von letzterem der grösste Theil in 24 Stunden, mehr als die Hälfte wohl schon in 12 Stunden aus dem Körper entfernt wird, verläuft die Bromausscheidung nach Eingabe von Brompepton vom ersten Tage an ziemlich gleichmässig und zieht sich in ganz allmählich absinkender Stärke über 6 Wochen und vielleicht noch längere Zeit hin.

Eine irgendwie alterirende oder nachtheilige Wirkung habe ich an mir selbst nach Einnahme von fast 10 g Jodpepton nicht constatiren können. Stärke und Frequenz des Pulses und Körpertemperatur blieben unverändert, Vermehrung der Speichel- und Schleimsecretion trat nicht ein, unangenehme oder auch nur störende Empfindungen fehlten vollkommen: kurz, von allen jenen mannigfaltigen Symptomen, deren Auftreten bei Jodkaliumbehandlung so vielfach beobachtet ist, war nichts zu bemerken. Der Werth dieses Resultats ist natürlich vorläufig durchaus problematisch. Wir wissen ja, dass, so oft auch nach Jodkaliumeingabe mehr oder minder bedenkliche Nebenwirkungen sich einstellen, doch ein grosser Theil aller Fälle, wohl die weitaus grössere Hälfte von allen Erscheinungen des Jodismus völlig frei bleibt. Wenn aber auch nicht zu erwarten ist, dass die therapeutische Anwendung des Jodpeptons niemals Jodismus hervorruft, so sprechen doch alle 6 Versuche gleichmässig dafür, dass seine Anwendung ohne Bedenken versucht werden kann. Ich habe bei den Kaninchen und dem Hunde die Körpertemperatur und Herzthätigkeit, Fresslust und Reizbarkeit, das Aussehen der Schleimhäute genau verfolgt, besonders am Tage der Einverleibung des Präparats, und niemals Abweichungen von dem normalen Verhalten der Thiere beobachten können. Zu Gunsten der therapeutischen Verwerthung des Jodpeptons an Stelle des Jodkaliums spricht aber entschieden die Abwesenheit des Kaliums. Einerlei ob viel oder wenig oder nichts von den störenden Nebenwirkungen des Jodkaliums auf Rechnung des Kaliums zu setzen ist, die specifischen Heilwirkungen erwartet man doch allein vom Jod. Was liegt da näher als der Versuch, die Jodwasserstoffsäure in eine geeignete

Form zu bringen, dass sie, ohne Schaden anzurichten, auch in grösseren Dosen in den Magen eingeführt werden kann? Eine solche geeignete Form ist im jodwasserstoffsauren Glutinpepton gegeben. Das Präparat hat ja, worauf schon hingewiesen wurde (S. 93 und 95), für die Dosirung und die Einführung *per os* einige unbequeme Eigenschaften; aber es ist zur Zeit neben dem Albuminpeptonjodhydrat das einzige, das in Betracht kommen kann.

Was den zeitlichen Ablauf der Jodausscheidung bei den Thierversuchen betrifft, so zeigen sich insofern nicht unbeträchtliche Differenzen, als die Jodausfuhr zweimal schon in 4, zweimal in 11 und einmal erst in 15 Tagen ihr Ende erreichte. Darin aber stimmen alle Versuche gut überein, dass in den ersten 24 bis 30 Stunden nach Einverleibung des Jodpeptons rund $^3/_4$ des gesammten Jods eliminirt wird, während die Ausscheidung des Restes in den folgenden Tagen ziemlich gleichmässig abklingt. Eine über mehrere Wochen sich erstreckende Retention des Jods scheint, ebenso wie beim Menschen, auch beim Kaninchen und beim Hunde nicht stattzufinden.

Das Ergebniss der vorliegenden Untersuchung möchte ich kurz dahin zusammenfassen:

dass das gesammte Jod des *per os* einverleibten Glutinpeptonjodhydrats in kurzer Zeit, zumeist schon in 4 Tagen, durch die Nieren ausgeschieden wird; dass vom Pepton nachweisbare Mengen nicht in den Harn übertreten; dass das Präparat störende Nebenwirkungen im allgemeinen nicht entfaltet; dass es sich voraussichtlich in der Therapie bei passender Form der Darreichung als Ersatz des Jodkaliums wohl brauchbar erweisen wird.

Über die Bedeutung des dunklen Kathodenraums für die Vorgänge der Entladung

von A. Wehnelt.

Zum Druck eingereicht am 18. Dezember 1897.

1. Während in zahlreichen Untersuchungen die Eigenschaften des positiven Lichtes, des Glimmlichtes und der Kathodenstrahlen eingehend erforscht worden sind, fehlen derartige Untersuchungen über den dunkelen Raum, das von Goldstein als zweite Kathodenschicht bezeichnete Gebilde, noch in mancher Hinsicht, trotzdem derselbe bei dem Vorgange der Entladung eine ganz hervorragende Rolle spielt. Die Untersuchungen von Herrn W. Hittorf[1]) haben ergeben, dass an der Kathode ein grosser Übergangswiderstand besteht. Die Herren A. Schuster, E. Warburg und andere haben das Kathodengefälle genau untersucht. Versuche von Herrn E. Wiedemann[2]) haben gezeigt, dass, sobald eine bis auf die Spitze mit Glas isolierte Anode, oder die Mündung einer Glasröhre[3]), an deren Ende sich die Anode befindet, in den um eine kreisförmige Platte entstehenden dunkelen Kathodenraum eingeführt wird, das Entladungspotential sehr hoch steigt. An Stelle des gleichmässig fliessenden Stromes treten einzelne Funken.

Nach diesen Untersuchungen setzen die Stellen der Entladungsröhre, denen bei der Entladung selbst der dunkle Kathodenraum entspricht, der Bildung der positiven Entladung einen sehr grossen Widerstand entgegen; mag ihnen dieselbe durch die metallische Anode oder durch die positive, leuchtende Gassäule zugeführt werden.

2. Für die Beurteilung der Wirkung des dunkelen Raumes erschien es von Wichtigkeit, zu untersuchen, ob der Widerstand

---

1) W. Hittorf, Pogg. Ann. 136 p. 1 und 197. 1869.

2) E. Wiedemann, Wied. Ann. 20. p. 767. 1883.

3) E. Wiedemann. Wied. Ann. 63. p. 242 1897.

in demselben von derjenigen Art sei, wie ihn ein Dielektrikum darbietet, in welchem die Entladungen in Form von schnell gedämpften Funken entstehen, oder von der Art eines schlechten Leiters. Untersuchungen der Herren E. Wiedemann und G. C. Schmidt[1]) haben ergeben, dass, während die leuchtende Gassäule in hohem Grade befähigt ist, die von dem Endkondensator eines Lecherschen Drahtsystemes ausgehenden Schwingungen aufzunehmen, der dunkele Kathodenraum keine solche Wirkung zeigt, sich also herin wie ein Dielektrikum verhält.

Auf Grund dieser Versuche war also anzunehmen, dass der oben erwähnte Widerstand von der Art desjenigen eines Dielektrikums sei, und dass daher, falls man unter geeigneten Versuchsbedingungen eine Entladung durch den dunkelen Raum erzwingen würde, die Entladung einen disruptiven Charakter wie in Paraffinöl etc. annehmen würde.

Disruptiver Charakter der Entladungen im dunklen Raume.

3. Die im Folgenden beschriebenen Versuche bestätigen diese Annahme vollkommen. Sie haben ergeben, dass, sobald der positiven Entladung der Weg zum Glimmlicht durch den dunkelen Raum abgeschnitten ist, die Entladungen disruptiv und schnell abgerissen sind.

Als Reagenz auf die Disruptivität diente mir die Eigenschaft dieser Entladungen, sei es eine Frittröhre[2]) zu beeinflussen, sei es, in einem Lecherschen Drahtsysteme schwach gedämpfte Resonanzschwingungen zu erregen.

Um zunächst zu untersuchen, ob überhaupt disruptive, schnell gedämpfte Entladungen in Entladungsröhren zu erhalten sind, benutzte ich ein cylindrisches Rohr von 10 mm lichter Weite mit zwei kreisförmigen, den Querschnitt des Rohres fast ausfüllenden Aluminiumelektroden. (Fig. 1.) Der Abstand der

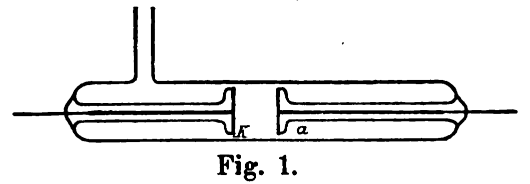


Fig. 1.

1) Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. 62 p. 462. 1897.

2) Ich benutze im Anschluss an Herrn Slaby statt des englischen Wortes „Coherer“ den deutschen Ausdruck „Frittröhre“.

8*

Elektroden betrug circa 2 cm. Das Rohr war mittelst eines Schliffes an eine Quecksilberluftpumpe angesetzt. Als Stromquelle diente eine grosse 20plattige Influenzmaschine. Als Wellenempfänger wurden zwei Stahlnadeln, auf denen lose eine dritte auflag, benutzt. Dieser Empfänger war mit einem Spiegelgalvanometer in den Stromkreis einer kleinen Thermosäule geschaltet.

Der Versuch ergab, dass bei geringer Evakuation keine erregenden Wellen ausgesandt wurden, dass aber bei starker Evakuation mit dem Moment des Verschwindens des blauen Kathodenstrahlenbündels, eine ganz andere Form der Entladung auftrat, indem starke elektrische Wellen von dem Rohre ausgingen, die sich sofort durch einen Ausschlag des Galvanometers erkenntlich machten, selbst noch, wenn der Empfänger 5 m von der Röhre entfernt war.

Die Herren H. Ebert und E. Wiedemann[1]), deren Resultate später von Herrn Apt[2]) bestätigt worden sind, haben gefunden, dass eine kräftige Anregung von elektrodenlosen Entladungsröhren am Endkondensator eines Lecherschen Drahtsystems nur dann auftritt, wenn die erregenden Funken schnell gedämpfte sind, und dass keine Anregung vorhanden ist, wenn statt des Funkens in Luft von höherem Druck die Entladung in einer Geisslerröhre verwandt wird, und zwar selbst dann nicht, wenn das Entladungspotential in letzterem Falle ein wesentlich höheres ist, als im ersteren.

Diese letzten Versuche waren nur mit Röhren, in denen noch verhältnismässig hohe Drucke (1 mm u. m.) herrschten, angestellt worden; ich habe geprüft, ob die bei meinem ersten Versuche benutzte Röhre (Fig. 1), statt der primären Funkenstrecke in ein Lechersches System eingeschaltet, bei genügender Evakuation eine kräftige Resonanz und dadurch ein Ansprechen einer Entladungsröhre am Endkondensator herbeiführen würde.

Das von mir im Folgenden benutzte Lechersche System entsprach der von den Herren H. Ebert und E. Wiedemann[3]) angegebenen Form. Die primären Kandensatoren, deren Kapacität beliebig geändert werden konnte, bestanden aus quadratischen

---

1) H. Ebert und E. Wiedemann, Wied. Ann. 49 p. 36 ff. 1893.
2) R. Apt, Wied. Ann. 61 p. 301 ff. 1897.
3) H. Ebert und E. Wiedemann, Wied. Ann. 48, 49 ff. 1893.

Zinkplatten von 30 cm Seitenlänge. An Stelle der primären Funkenstrecke waren mit möglicst kurzen Drähten die zu untersuchende Röhre und ein Funkenmikrometer mit Messingkugeln von 1 cm Radius parallel geschaltet. Letzteres diente zur Bestimmung der Entladungspotentiale nach der im Heydweiller, „Hilfsbuch für die Ausführung elektrischer Messungen" gegebenen Tabelle Nr. 13 (Funkenpotentiale bei gleichen Kugelelektroden; r = 1,0 cm nach Czermak, Freyberg, Paschen, Quincke) Die Drahtlänge betrug 600 cm, der Abstand der Drähte 30 cm. An den Enden der Drähte befand sich ein Condensator mit runden Platten von 20 cm Durchmesser, deren Abstand beliebig geändert werden konnte. An diesen Kondensator wurden die von den Herren H. Ebert und E. Wiedemann in den obengenannten Arbeiten beschriebenen empfindlichen elektrodenlosen Röhren als Indikatoren etwaiger auftretender Resonanz angelegt. Als Stromquelle diente teils eine 20plattige Influenzmaschine, die die Resonanzerscheinungen besonders rein zeigte oder, falls grössere Entladungspotentiale erforderlich waren, ein Induktionsapparat[1]) für 30 cm Funkenlänge, betrieben mittelst Deprezunterbrecher.

Die Evakuation der Röhren geschah teils durch eine kleine, sehr praktische und bequeme Quecksilberluftpumpe nach Spiess[2]), teils durch eine solche von Raps[3]). Der Druck wurde in allen Fällen mit einem gleichzeitig mit der Pumpe verbundenen Mac Leodschen Manometer gemessen.

1. Die oben beschriebene Röhre (Fig. 1), statt der Funkenstrecke am primären Kondensator, ergab eine deutliche Resonenz, sowie wiederum so weit evakuiert war, dass der dunkele Raum die Anode umhüllte. Um zu untersuchen, ob stets, wenn die positive Entladung durch den dunkeln Raum zum Glimmlicht

---

1) Bezogen von der Firma F. Ernecke in Berlin. Dieser Apparat zeichnet sich durch ein vorzügliches regelmässiges Funktionieren aus, was für die Beobachtung der Resonanzerscheinungen von wesentlichem Werte ist.

2) P. Spiess, Z. f. d. phys. und chem. Unterricht 1895. VIII. Jahrg. p. 363.

3) Wied. Ann. 43. p. 629. 1891 und Zeitschrift für Instr.-Kunde. 1891. p. 256.

gehen muss, solche disruptive Entladungen auftreten, wurden folgende Versuche angestellt.

2. Zunächst wurde die Anode a (Fig. 2), die aus einem

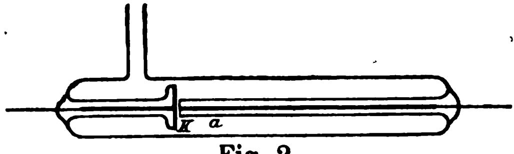


Fig. 2.

bis zum Ende in einer Glasröhre steckenden Aluminiumdrahte bestand, bis auf ungefähr 0,2 mm der scheibenförmigen Kathode K genähert. Schon bei einem Druck von 0,1 mm Quecksilbersäule und einem Entladungspotential von 5000 Volt trat eine ausserordentlich reine und kräftige Resonanz im Drahtsysteme auf. Wurde die Anode nicht bis zur Spitze vom Glas eingehüllt, sondern blieb sie auf eine Länge von ungefähr 5 mm frei, so trat die Erscheinung erst sehr viel später bei einem Drucke von 0,03 mm Hg auf, wobei auch das Entladungspotential wuchs und zwar bis auf 15000 Volt.

3. Es wurde nun eine Röhre untersucht, in der die positive Entladung durch ein längeres Glasrohr[1]) in den dunkelen Raum eingeführt wurde. Die Röhre (Fig. 3) besass eine kreisförmige

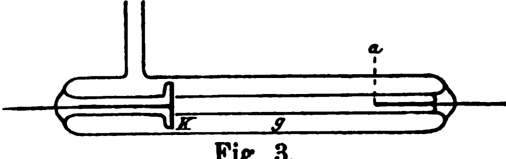


Fig. 3.

Kathode K. Die kurze Anode aus Aluminiumdraht befand sich am Ende einer ungefähr 10 cm langen Glasröhre g von 3 mm innerem Durchmesser, deren Ende wieder bis auf 0,2 mm der Kathode genähert war. Die disruptive Entladung trat hier schon bei einem Drucke von 0,2 mm Hg und einem Potentiale von 13000 Volt ein.

Wurde die Mündung der Glasröhre zu einer engen Spitze ausgezogen, so trat die typische Entladung schon bei einem Drucke von 0,3 mm Hg ein, das Entladungspotential betrug 6500 Volt. Ein vorzüglicher Beweis, dass nur dadurch, dass der

1) Vgl. E. Wiedemann, Wied. Ann. 63 p. 243. 1897.

dunkele Raum die Mündung der die positive Entladung zuführenden Röhre verschliesst, die disruptive Entladung eintritt, ergab sich ganz zufällig. Am Ende der Anode schlug plötzlich bei a Fig. 3 die Entladung die enge Glasröhre durch und sofort hörte die disruptive Entladung auf, denn jetzt war dem positiven Licht ein Weg zur Vereinigung mit dem Glimmlicht gegeben, ohne erst den dunkelen Raum durchbrechen zu müssen, und in der That sah man auch deutlich aus der bei a entstandenen Öffnung geschichtetes positives Licht austreten.

4. Zum Beweise, dass nicht etwa durch ein besonders hohes Ansteigen des Entladungspotentials die Resonanzerscheinungen veranlasst werden, wurden zwei Röhren ausgewählt, die bei gänzlich verschiedener Form, (die eine entsprach der Fig. 2, die andere einer Geisslerschen Röhre, wie sie zur Spektralanalyse gebraucht werden, nur betrug die Länge der Kapillare 75 cm) bei einem gleichen Drucke von 0,24 mm Hg dasselbe Entladungspotential nämlich 10000 Volt besassen. Es zeigte sich, dass man mit der ersteren Röhre vorzügliche Resonanz erhielt, während bei der zweiten Röhre nicht das geringste Anzeichen einer solchen zu erkennen war.

In den oben besprochenen Fällen beruht das Auftreten der abgerissenen disruptiven Entladungen darauf, dass, sei es die Anode selbst, oder sei es die positive Lichtsäule, in den dunklen Raum eingeführt wird. Man beobachtet aber das Auftreten eines sehr grossen Entladungspotentiales und von Entladungen von ganz demselben Aussehen, wie in dem obigen Fall auch in Röhren von solcher Länge, dass sicher nicht die Anode in den dunkelen Raum der Kathode hineinragt. Es war zu untersuchen ob auch hier dunkle Räume eine entsprechende Rolle wie im ersten Falle spielten. Herr E. Wiedemann[1]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass dadurch, dass die Glaswände in der Nähe der Kathode die Rolle von Kathoden übernehmen, die Kathodenstrahlen von denselben nach der Mitte des Rohres gedrängt werden. Diese Ansicht und ihre Beziehung zur obigen Frage ist in Folgendem eingehender behandelt[2].)

---

1) E. Wiedemann und H. Ebert. Sitzungsbericht der phys.-med. Soc. zu Erlangen. Sitzung v. 14. Dez. 1891. p. 41.

2) Dass die dunklen Räume, die die positive Lichtsäule von den Wänden des Gefässes trennen, dunklen Kathodenräumen entsprechen,

Veränderungen der Dimensionen der Kathodenerscheinungen mit der Weite der Röhren und mit dem Druck.

Es wurden drei Röhren mit den Durchmessern 10,20 und 30 mm mittelst dreier Schliffe gleichzeitig an die Quecksilberluftpumpe gesetzt. Die Länge der Röhren war gleich, ebenso der Abstand der Elektroden, und zwar betrug derselbe 65 cm. Die kreisförmigen Elektroden füllten bei allen Röhren den Querschnitt vollkommen aus, ohne indess die Glaswandungen zu berühren.

Die nachstehende Tabelle ergibt die Abhängigkeit der Dimensionen der Kathodenerscheinungen und des Entladungspotentiales von der Weite der Röhren und dem Druck.

Druck in mm Hg	Ausdehnung des dunklen Raumes in mm. Für die Durchmesser.			Stärke des Kathodenstrahlenbündels in mm. Für die Durchmesser.			Funkenpotential in Volt. Für die Durchmesser.		
P =	10 mm	20 mm	30 mm	10 mm	20 mm	30 mm	10 mm	20 mm	30 mm
0,65	1			10			2475	2250	1935
0,424	2	2,6		9	20		1575	1350	1125
0,28	3,2	4,4		8	18		1530	1485	990
0,2	5,3	7,5	8	7	15,4	30	1665	1080	1035
0,164	7,1	8	10	5,7	14	26	1800	1080	990
0,12	8,4	9,3	12	4,3	13	21	1665	900	1080
0,063	10,2	12,9	13,7	3,8	12	19,1	1755	1035	1080
0,057	12,8	14	16,4	2,9	9,8	17,5	2916	1080	1080
0,055	—	17	20	2	8	15	4320	1440	1125
0,05	—	18,9	21,5	1,2	7,7	14,5	5220	1300	945
0,034	—	21	23,6	1	6	12,8	8760	1575	1170
0,029	*)	24,5	26	0,5—0	5,2	12	15300	2025	1260
0,026	*)	27	33,2	—	3,4	9,1	21990	2475	1395
0,023	—	32	36	—	2,9	7,9		3996	2475
0,021	—	—	44	—	2	5		7020	3816
0,018	—	*)	—	—	1,4—0	3,3		14100	7020
0,016	—	*)	*)	—	—	—		21450	14700

Die mit einem Stern *) versehenen Stellen bezeichnen, dass an diesen Stellen die ursprüngliche Entladungsform in die neue Form der kurz abgerissenen disruptiven Entladung überging.

Aus der Tabelle geht deutlich hervor, wie bei abnehmendem Drucke die von den der Kathode benachbarten Glaswänden hereindringenden dunklen Räume das Kathodenstrahlenbündel immer mehr und mehr zusammendrängen, bis schliesslich in dem

lässt sich aus Versuchen von H. Ebert und E. Wiedemann schliessen. (Wied. Ann. 50, 235 u. 238, 1893),

Moment, wo das Kathodenstrahlenbündel vollkommen verschwindet, die kurz abgerissene disruptive Entladung eintritt, denn in diesem Moment leuchtete die Röhre am Endcondensator auf. Naturgemäss tritt diese Erscheinung in den engeren Röhren viel früher auf, als in den weiteren. Ferner ist aus der Tabelle zu ersehen, dass bei gleichen Drucken die dunklen Räume fast unabhängig von der Weite der Röhren sind. Auch das schnelle Anwachsen der Entladungspotentiale in dem Moment des Abschneidens der Kathodenstrahlen ist ersichtlich. Bemerkenswert ist hierbei noch, dass beim Vorhandensein der Funkenentladung beide Elektroden den Charakter einer Kathode annehmen.

Eine entsprechende Potentialänderung bei Veränderungen des Querschnittes eines Kathodenstrahlenbündes bei Einwirkung eines Magneten haben E. Wiedemann und H. Ebert nachgewiesen[1]). Sie fanden nämlich, dass durch die Wirkung des Magneten auf die Kathodenstrahlen das Entladungspotential sowohl herabgesetzt als auch erhöht werden konnte, und zwar je nachdem ob der Magnet den Querschnitt des Kathodenbündels vergrösserte oder verkleinerte.

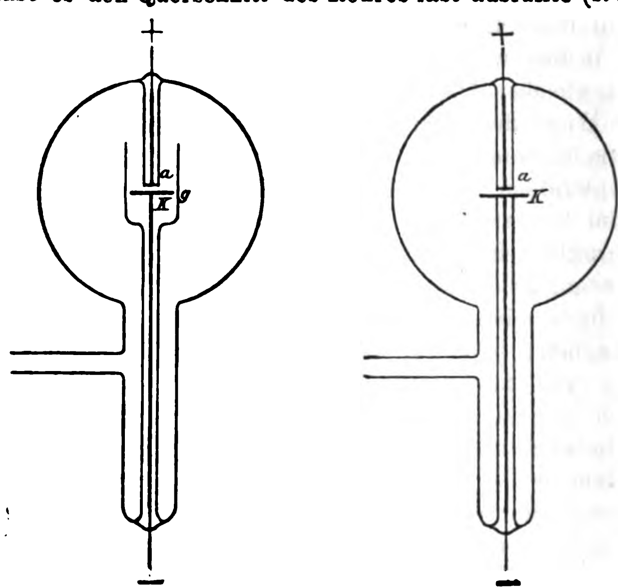
Anschliessend an diese Versuche wurde noch der Einfluss des Zusammendrängens und schliesslichen Abschneidens der Kathodenstrahlen durch die an den Wänden entstehenden dunklen Räume bei denjenigen Röhren, bei denen die bis zur Spitze mit Glas umhüllte Anode in den dunkelen Raum eingeführt wurde, untersucht. Eine kugelförmige Röhre mit einer kreisförmigen Kathode und einer Anode der oben beschriebenen Form (s. Fig. 4 u. 5) wurde einmal mit freistehender Kathode (Fig. 4) ein andermal mit einer von einer Glasröhre umgebenen Kathode (Fig. 5) untersucht. Die abgerissene disruptive Form der Entladung trat bei Röhre Fig. 4 bei einem Drucke von 0,04 mm Hg und einem Entladungspotential von 14000 Volt ein, während dieselbe Erscheinung in Röhre Fig. 5 durch frühzeitiges Abschnüren der Kathodenstrahlen schon bei einem Drucke von 0,12 mm Hg und einem Entladungspotential von 10500 Volt eintrat. Ein ähnlicher Einfluss auf das frühzeitigere Eintreten der kurz abgerissenen disruptiven Entladungen machte sich auch

---

1) E. Wiedemann u. H. Ebert, Sitzungs-Bericht der physik.-med. Societät zu Erlangen 14. Dez. 1891. p. 36, 37.



bei der in Fig. 2 abgebildeten Röhre bemerkbar, sobald das die Anode umhüllende Glasrohr an der Mündung derart verstärkt war, dass es den Querschnitt des Rohres fast ausfüllte (s. Fig. 6).



Eig. 4. Fig. 5.

Während bei der Röhre wie Fig. 2 der Druck bis auf 0,14 mm Hg erniedrigt werden musste, trat bei Röhre Fig. 6 die typische

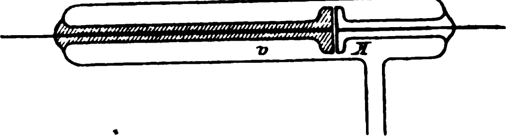


Fig. 6.

Entladungsform schon bei einem Drucke von 0,3 mm Hg ein.

Besondere Beobachtungen zeigten, dass sowie die ersten disruptiven, kurz abgerissenen Entladungen auftraten, sowie eine Resonanz im Lecherschen Drahtsystem oder ein Ansprechen der Branlyischen Fritttröhre sich zeigte, die Entladungsröhre Röntgenstrahlen aussandtet. Aber was das Auftreten der abgerissenen disruptiven Entladung befördert, befördert auch die Entwicklung von Röntgenstrahlen. So erklärt sich, dass eine Röhre, bei der die Kathode von einem Glasrohr eng umgeben ist, bei höherem

Drucke Röntgenstrahlen aussendet, als eine solche, wo die Kathode frei in einem Gasraum sich befindet. Auch der Grund für die Wirksamkeit der Röhre von Colardeau wo die Anti-Kathode der Kathode ziemlich nahe ist, folgt aus dem Obigen, vor allem aber die relativ guten Resultate bei der Röhre von Wood, wo Anode und Kathode sich in einem sehr kleinen Abstand befinden, wobei eben solche abgerissenen Funkenentladungen auftreten, ferner der Kunstgriff vieler Rohrfabrikanten die Kathode in ein an die Kugel angeblasenes engeres Glasrohr einzusetzen. Im Gegensatz zu Trowbridge[1]), welcher angiebt, dass nach seinen Versuchen zur Erzeugung von Röntgenstrahlen ein Mindestpotential von 100000 Volt gehört, habe ich unter Anwendung aller derjenigen Umstände, die nach vorstehendem ein möglichst frühes Eintreten disruptiver kurz abgerissener Entladungen begünstigen mussten, gefunden, dass schon bei einem Entladungspotentiale von 6600 Volt und einem Drucke von 0,26 mm Röntgenstrahlen entstehen, die einen Fluorescenzschirm zur deutlichwahrnehmbaren Fluorescenz erregten.

Als Resultat der Arbeit hat sich ergeben:

1. Der dunkle Raum verhält sich wie ein vollkommenes Dielektrikum. In demselben erzwungene Entladungen verlaufen genau wie eine Entladung in Paraffinöl oder anderen Dielektricis.

2. Die an den äusseren Wänden eines Entladungsrohres sich bildenden sekundären dunklen Räume setzen dem Eindringen der von der Anode kommenden Entladungsform einen sehr grossen Widerstand entgegen, so dass diese Entladungsformen ihren Weg nur in den von den dunklen Kathodenräumen freien Raum nehmen können.

3. Röntgenstrahlen treten in Entladungsröhren ohne vorgeschaltete Funkenstärke vor allem dann auf, wenn der Elektrizitätsübergang in ihnen als abgerissener Funken stattfindet.

Zum Schlusse meiner Arbeit erlaube ich mir, meinem Lehrer Herrn Professor E. Wiedemann für die vielseitige Unterstützung und Anregung während dieser Arbeit meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Erlangen, Phys. Inst. der Universität, November 1897.

---

1) J. Trowbridge. Beilb. 21. p. 777.



Inhalt.

Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

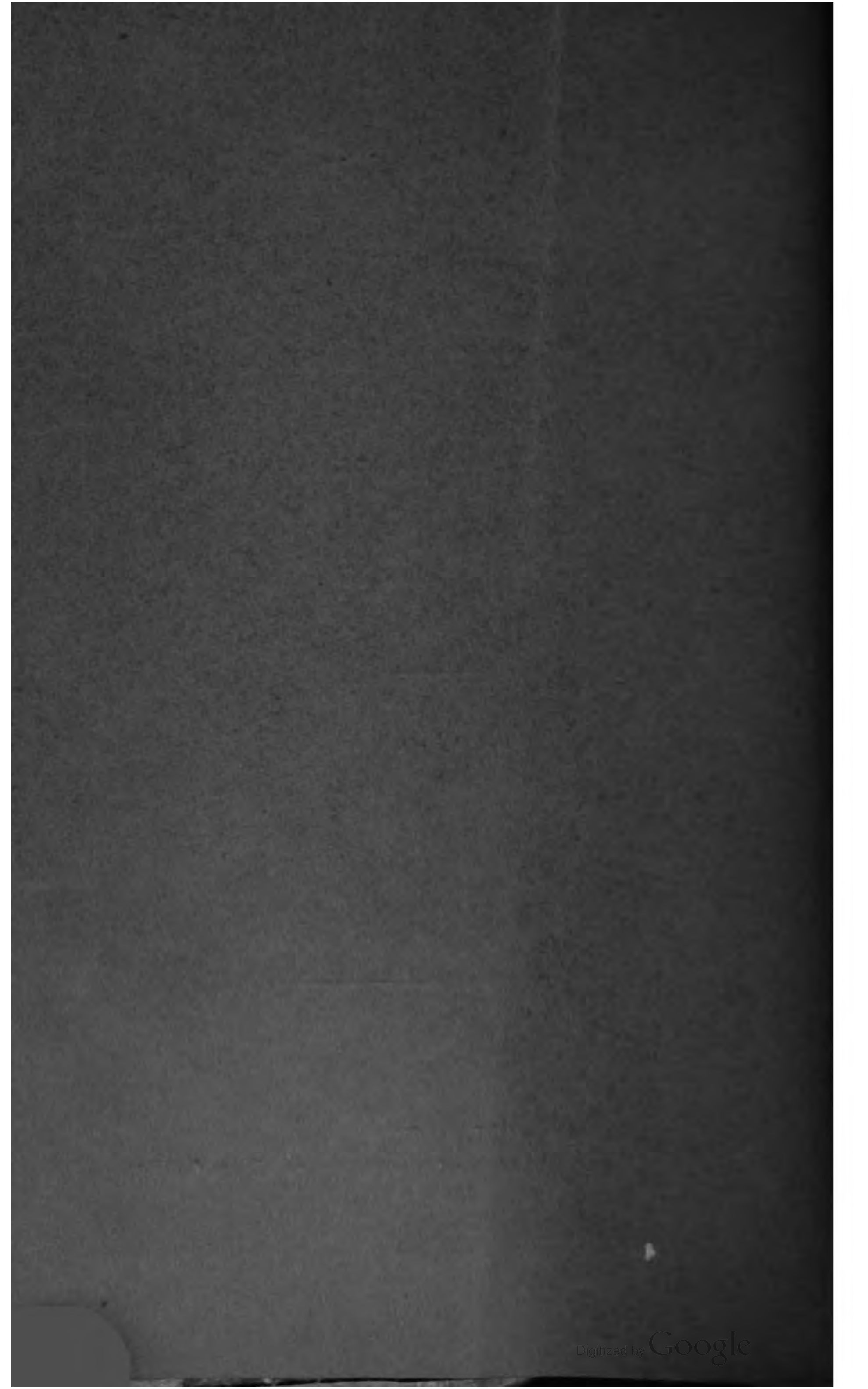
Erlangen.

---

30. Heft.

1898.

ERLANGEN.
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).
1899.



Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

Erlangen.

30. Heft.

1898.



ERLANGEN.
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).
1899.

Inhaltsverzeichnis.



Stand der Mitglieder

am 31. Dezember 1898.

53 ordentliche, 40 Ehren- und 95 korrespondierende Mitglieder.

In der folgenden Liste stehen die Abkürzungen: O.M. für ordentliches, K.M. für korrespondierendes, E.M. für Ehrenmitglied. Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Zeit der Ernennung.

A. Ordentliche Mitglieder.

Apitzsch H. Dr., Assistent, 1896.
Bischoff O. Dr., prakt. Arzt, 1893.
Bissinger Th. M. Dr., Reallehrer, 1898.
Blanckenhorn M. Dr., Privatdocent, 1890.
Böttiger A., Apotheker, 1863.
Brommer M., Apotheker, 1885.
Busch M. Dr., Professor, 1890.
Elterlein A. v. Dr., Hauptmann a. D., Privatdocent, 1895.
Eversbusch O. Dr., Professor, 1886.
Fischer O. Dr., Professor, 1885.
Fleischer R. Dr., Professor, 1877.
Fleischmann A. Dr., Professor, 1886.
Fritsch O. Dr., prakt. Arzt, 1888.
Frommel R. Dr., Professor, 1887.
Gerlach L. Dr., Professor, 1874.
Gessner A. Dr., Privatdocent, 1898.
Gordan P. Dr., Professor, 1874.
Graser E. Dr., Professor, 1884.
Hauser G. Dr., Professor, 1881.
Heim L. Dr., Professor, 1897.
Heineke W. v. Dr., Professor, 1867.
Hermann F. Dr., Professor, 1884.
Hetzel W. Dr., prakt. Arzt, 1862.
Hetzel Karl Dr., prakt. Arzt, 1898.

Hubrich K. Dr., Augenarzt, 1896.
Kiesselbach W. Dr., Professor, 1877.
Koeberlin H. Dr., Oberarzt, 1885.
Kryger M. v. Dr., Privatdocent, 1898.
Lenk H. Dr., Professor, 1895.
Limpach L. Dr., Hofapotheker, 1893.
Maurer A. Dr., kgl. Bezirksarzt, 1862.
Müller Egon Dr., Assistent, 1898.
Müller Ludw. Rob. Dr., Privatdocent, 1898.
Noether M. Dr., Professor, 1875.
Paal C. Dr., Professor, 1887.
Pechuël-Loesche E. Dr., Professor, 1895.
Penzoldt F. Dr., Professor, 1874.
Reess M. Dr., Professor, 1872.
Reess W. Dr., Assistent, 1896.
Rosenthal I. Dr., Professor, 1872.
Rosenthal W. Dr., Assistent, 1896.
Schmidt G. C. Dr., Privatdocent, 1893.
Schneider F. Dr., Hofzahnarzt, 1887.
Schulz O. Dr., Assistent, 1889.
Schüler Georg, Reallehrer, 1898.
Specht G. Dr., Professor, 1891.
Spuler A. Dr., Privatdocent, 1894.
Stolberg K. Dr., Assistent, 1893.
Strehl Karl, Gymnasiallehrer, 1898.
Strümpell A. v. Dr., Professor, 1886.
Wiedemann E. Dr., Professor, 1886.
Würschmidt A. Dr., Direktor der Kreisirrenanstalt, 1898.
Zeeh H. Dr., Assistent, 1895.

Eingetreten sind in der Zeit vom 1. Januar 1898 bis zum 31. Dezember 1898 die Herren:

Bissinger, Gessner, K. Hetzel, v. Kryger, E. Müller, L. R. Müller, Schüler, Strehl und Würschmidt.

Ausgetreten sind in derselben Zeit die Herren:
Friedenthal, Melzer und Simon.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihr ordentliches Mitglied F. A. von Zenker.

B. Ehrenmitglieder.

Seine Königliche Hoheit Dr. Karl Theodor Herzog in Bayern, 1888.

Baeyer A. v., Professor der Chemie, München, 1883.

Berthelot M. P. E., Professor der Chemie, Paris, K.M. 1860, E.M. 1895.

Boltzmann L., Professor der Physik, Wien, 1897.

Bunsen R. v., Excellenz, Professor der Chemie, Heidelberg, K.M. 1845, E.M. 1883.

Cremona Luigi, Direktor der Scuola per gli Ingegneri, Rom, 1896.

Ehlers E., Professor der Zoologie, Göttingen, O.M. 1869, E.M. 1874,

Fischer E., Professor der Chemie, Berlin, O.M. 1882, K.M. 1886, E.M 1895.

Fuchs L., Professor der Mathematik, Berlin 1896.

Gegenbaur C., Professor der Anatomie, Heidelberg, 1883.

Gerhardt C., Professor der Medicin, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1887.

Hermite Chr., Professor der Mathematik, Paris, 1883.

Hilger A., Professor der Chemie, München, O.M. 1872, E.M. 1893.

Jordan Camille, Professor der Mathematik, Paris, 1897.

Kohlrausch F., Professor, Präsident der physik.-techn. Reichsanstalt, Charlottenburg, K.M. 1883, E.M. 1896.

Klein F., Professor der Mathematik, Göttingen, O.M. 1872, E.M. 1875.

Koch R., Professor, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1895.

Kölliker A. v., Excellenz, Professor der Anatomie, Würzburg, K.M. 1851, E.M. 1883.

Kussmaul A., Professor der Medicin, Heidelberg, O.M. 1859, K.M. 1863, E.M. 1883.

Leube W. v., Professor der Medicin, Würzburg, O.M. 1868, E.M. 1886.

Lister J., Professor der Chirurgie, London, 1883.

Lommel E. v., Professor der Physik, München, O.M. 1869, E.M. 1886.

Marey E. J., Professor der Physiologie, Paris, 1878.

Michel J. v., Professor der Augenheilkunde, Würzburg, O.M. 1873, K.M. 1878, E.M. 1895.

Ostwald W., Professor der physikal. Chemie, Leipzig, K.M. 1895, E.M. 1897.

Pettenkofer M. v., Excellenz, Professor der Hygiene, München, K.M. 1851, E.M. 1883.

Recklinghausen F. v., Professor der path. Anatomie, Strassburg, 1896.

Röntgen C. v., Professor der Physik, Würzburg, K.M. 1889, E.M. 1897.

Sattler H., Professor der Augenheilkunde, Leipzig, O.M. 1879, K.M. 1886, E.M. 1895.

Selenka E., Professor der Zoologie, München, O.M. 1874, E.M. 1896.

Thomson Sir W., Lord Kelvin, Professor der Physik, Glasgow, 1878.

Virchow R., Professor der path. Anatomie, Berlin, K.M. 1851, E.M. 1858.

Voit C. v., Professor der Physiologie, München, K.M. 1863, E.M. 1883.

Waldeyer W., Professor der Anatomie, Berlin, 1897.

Weismann A., Professor der Anatomie, Freiburg i. Br., 1897.

Wiedemann G., Professor der Physik, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1888.

Wislicenus J., Professor der Chemie, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1895.

Ziemssen H. v., Professor der Medicin, München, O.M. 1863, E.M. 1878.

Zweifel P., Professor der Gynäkologie, Leipzig, O.M. 1876, E.M. 1887.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre Ehrenmitglieder J. v. Sachs und F. v. Sandberger.

C. Korrespondierende Mitglieder.

Arnold J., Professor der path. Anatomie, Heidelberg, 1896.

Arrhenius S., Professor der Chemie, Stockholm, 1895.

Auwers K., Professor der Chemie, Heidelberg, 1897.

Bauer G., Professor der Mathematik, München, 1889.

Bäumler Ch., Professor der Medicin, Freiburg i/Br., O.M. 1872, K.M. 1874.

Bertoni G., Professor der Chemie, Livorno, 1895.

Bokorny Ph., Gymnasial-Professor, München, O.M. 1888, K.M. 96.

Boström E., Professor der path. Anatomie, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1881.
Brill A., Professor der Mathematik, Tübingen, 1894.
Buchner L. A., Professor der Pharmacie, München, 1853.
Buchner Ed., Professor der Chemie, Berlin, 1897.
Buchner H., Professor d. Bacteriologie u. Hygiene, München, 1897.
Bütschli, Professor der Zoologie, Heidelberg, 1897.
Chiari H., Professor der path. Anatomie, Prag, 1897.
Claus A., Professor der Chemie, Freiburg i/B., 1870.
Curtius Th., Professor der Chemie, Heidelberg, O.M. 1886, K.M. 1896.
Dareste C., Professor, Paris, 1886.
Dejerine J., Professor, Médecin de l'hospice de Bicêtre, Paris, 1895.
Delpino F., Professor der Botanik, Neapel, 1875.
Duncan Dr., Professor der Gynaekologie, London, 1883.
Ebert H., Professor der Physik, München, O.M. 1887, K.M. 1894.
Eberth C., Professor der path. Anatomie, Halle a/S., 1895.
Ernst A., Direktor des botan. Gartens, Caracas, 1875.
Fick A., Professor der Physiologie, Würzburg, 1869.
Filehne W., Professor der Pharmakologie, Breslau, OM. 1874, K.M. 1886.
Fittig R., Professor der Chemie, Strassburg i/E., 1888.
Flemming W., Professor der Anatomie, Kiel, 1888.
Foster B., Professor der Medicin, Birmingham, 1866.
Geinitz H. B., Professor der Geologie, Dresden, 1861.
Golgi C., Professor der Anatomie, Pavia, 1895.
Groth P., Professor der Mineralogie, München, 1888.
Günther S., Professor der Geographie, München, O.M. 1873, K.M. 1874.
Hansen A., Professor der Botanik, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1882.
Hasse E., Professor der Medicin, Göttingen, 1844.
Heller A., Professor der path. Anatomie, Kiel, O.M. 1869, K.M. 1872.
Hering E., Professor der Physiologie, Leipzig, 1897.
Hertwig O., Professor der Anatomie, Berlin, 1889.
Hertwig R., Professor der Zoologie, München, 1889.
Hoyer H., Professor der Histologie und Entwicklungsgeschichte, Warschau, 1884.

Hubrecht A., Professor der Zoologie, Utrecht, O.M. 1874, K.M. 1875.
Immermann H., Professor der spec. Pathologie und Therapie, Basel, O.M. 1866, K.M. 1871.
Karrer F., Direktor der Irrenanstalt Klingenmünster, O.M. 1872, K.M. 1883.
Kjerulf Th., Professor der Mineralogie und Geologie, Christiania, 1882.
Knoblauch O., Privatdocent, Leipzig, OM. 1889, K.M. 1896.
Knorr L., Professor der Chemie, Jena, O.M. 1883, K.M. 1886.
Kollmann J., Professor der Anatomie, Basel, 1897.
Kupffer C. v., Professor der Anatomie, München, 1896.
Königs W., Professor der Chemie, München, 1888.
Krause W., Professor der Anatomie, Berlin, 1861.
Kries J. v., Professor der Physiologie, Freiburg i/Br., 1889.
Kühne W., Professor der Physiologie, Heidelberg, 1886.
Lépine, Professor der Medicin, Lyon, 1888.
Lieben A., Professor der Chemie, Wien, 1870.
Liebermeister C. v., Professor der Medicin, Tübingen, 1866.
Limpricht H., Professor der Chemie, Greifswald, 1856.
Luciani L., Professor der Physiologie, Rom, 1895.
Lüroth J., Professor der Mathematik, Freiburg i/Br., 1883.
Marchand F., Professor der path. Anatomie, Marburg, 1896.
Meissner G., Professor der Physiologie, Göttingen, 1860.
Meyer E. von, Professor der Chemie, Dresden, 1897.
Mosso A., Professor der Physiologie, Turin, 1895.
Munk Herm., Professor der Physiologie, Berlin, 1897.
Müller W., Professor der path. Anatomie, Jena, O.M. 1856, K.M. 1861.
Nernst W., Professor der physikal. Chemie, Göttingen, 1897.
Öbbeke K., Prof. der Mineralogie, München, O.M. 1887, K.M. 1896.
Orth J., Professor der path. Anatomie, Göttingen, 1897.
Ost H., Professor der Chemie, Hannover, 1889.
Oudemans C. A. J. A., Professor der Botanik, Amsterdam, 1861.
Pechmann H. Frhr. v., Professor der Chemie, Tübingen, 1889.
Plank M., Professor der Physik, Berlin, 1897.
Prym F., Professor der Mathematik, Würzburg, 1883.
Raymond F., Professor, Médecin de la Salpêtrière, Paris, 1895.
Retzius G., Professor der Anatomie, Stockholm, 1895.

Richthofen F. Frhr. v., Professor der Geographie, Berlin, 1883.
Rindfleisch G. E., Professor der path. Anatomie, Würzburg, 1883.
Röhring, Oberstabsarzt a. D., Nürnberg, O.M. 1886, K.M. 96.
Rothmund A. v., Professor der Ophtalmologie, München, 1887.
Sarasin Ed., Grand Saconnet, Genf, 1896.
Saemisch Th., Professor der Ophthalmologie, Bonn, 1887.
Schwalbe G., Professor der Anatomie, Strassburg i/E., 1886.
Schweinfurth G., Kairo, 1865.
Steiner J., Professor, Arzt, Cöln, O.M. 1876, K.M. 1879.
Strasburger E., Professor der Botanik, Bonn, 1883.
Suringar R., Professor der Botanik, Leyden, 1865.
Thiele J., Professor der Chemie, München, 1897.
Ullrich H., Direktor der Irrenanstalt Kaufbeuren und Irsee, O.M. 1874, K.M. 1888.
Volhard J., Professor der Chemie, Halle, O.M. 1879, K.M. 1882.
Vongerichten E., Strassburg i/E., O.M. 1873, K.M. 1883.
Weyl Th., Privatdocent, Berlin-Charlottenburg, O.M. 1879, K.M. 1883
Wislicenus W., Professor der Chemie, Würzburg, 1897.
Zahn F. W., Professor der path. Anatomie, Genf, 1896.
Zittel C. A. v., Professor der Palaeontologie, München, 1883.
Zuntz, Professor der Physiologie, Berlin, 1889.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre korrespondierenden Mitglieder F. Cohn, V. Meyer, F. Baron von Müller und Sonderegger.

Vorstand.

Vom 1. Mai 1898 an besteht der Vorstand aus den Herren:

Wiedemann, I. Direktor,
Eversbusch, II. Direktor,
Busch, I. Sekretär,
Schulz, II. Sekretär,
Böttiger, Kassier.

Tuschverkehr.

Zu den Gesellschaften, mit welchen die Societät in Tauschverkehr steht, sind im Laufe des Jahres 1898 hinzugetreten:

Philadelphia, Philadelphia County Medical Society.
St. Louis, Missouri Botanical Garden.
Bautzen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis.
Luzern, Naturforschende Gesellschaft.
Göteborg, Kgl. Vetenskaps- och Vitterhetssamhälle.
Lawrence, Kansas University Quarterly.

Zusendungen von Büchern etc. für die Gesellschaft wolle man direkt an die Societas Physico-Medica zu Erlangen richten, welche, sofern nicht besondere Empfangsanzeige verlangt wird, für eingegangene Schriften nur in dem folgenden Verzeichnisse dankt.

Verzeichnis

der vom 1. Januar bis 31. Dezember 1898 eingelaufenen Druckschriften:

A) im Tauschverkehr.

Amsterdam, Koninklijke Akademie van Wetenschappen: Jaarboek 1897. Verslagen van de Zittingen. Wis- en natuurk. Afd. 6 (1898); Afd. Letterk. IV (1898), 1. 2. — Prijsvers 1898.

Arcachon, Société scientifique et station zoologique: Travaux 1896/97.

Augsburg, Naturhistorischer Verein für Schwaben und Neuburg: Bericht.

Aussig, Naturwissenschaftlicher Verein:

Baltimore, American Chemical Journal 19 (1897). Nr. 5—10, 20 (1898), Nr. 1—7.

— Johns Hopkins University, Biological Laboratory: Studies.

Bamberg, Naturforschende Gesellschaft: Verhandlungen.

Basel, Naturforschende Gesellschaft: Verhandlungen 12, Nr. 1.

Batavia, Natuurkundig Vereeniging in Nederl.-Indïe: Tijdschrift 57 (1898). — Boekwerken f. 1897.

Bautzen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1896 u. 1897.

Bergen, Bergens Museum: Aarbog 1897. — Sars, G. O.: An Aeconnt of the Crustacea of Norway II, T. X—XII.

Berlin, Akademie der Wissenschaften: Sitzungsberichte 1897, Nr. 40—53. 1898, Nr. 1—54. Mathematische und naturwissenschaftliche Mitteilungen 1897, Nr. 9, 10.

— Botanischer Verein der Provinz Brandenburg: Verhandlungen 39 (1897).

— Deutsche chem. Gesellschaft: Berichte 30 (1897), Nr. 19—20. 31 (1898), Nr. 1—17.

— Geol. Landesanstalt und Bergakademie: Jahrbuch.

— Verein für innere Medizin: Verhandlungen 17 (1897/98). Verzeichniss der Büchersammlung.

— Deutsche Medizinalzeitung: XVII (1896), Nr. 77. XIX (1898). XX (1899), Nr. 1. Notizkalender XIII (1898), Nr. 2—4. XIV, Nr. 1 I. II.

— Medizinische Gesellschaft: Verhandlungen 28 (1897).

Berlin, Gesellschaft naturforschender Freunde: Sitzungsberichte 1897.
— Physikalische Gesellschaft: 16 (1897), Nr. 11. 12. 17 (1898), Nr. 1—11.
— Physiologische Gesellschaft:
— Polytechnische Gesellschaft: Polytechnisches Centralblatt 59 (1897/98), Nr. 7—24. 60 (1898/99), Nr. 1—6.
Bern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen.
Bonn, Naturhistorischer Verein für die preussischen Rheinlande und Westphalen: Verhandlungen 54 (1897), Nr. 2. — Sitzungsberichte 1897, Nr. 2.
Bordeaux, Société des Sciences physiques et naturelles: Mémoires Sér. V t. I, c. 1. 2 u. App. t. II, c. 1. 2 u. App. t. III, c. 1 u. App. — Procès-verbaux 1894/95. 1895/96. 1896/97.
Boston, American Academy of Arts and Sciences: Proceedings 32 (1896/97), Nr. 16. 17. 33 (1897/98), Nr. 1—27. 34 (1898), Nr. 1.
— Society of Natural History: Proceedings 28, Nr. 6—12.
Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften: Braunschweig i. J. MDCCCXCVII. Festschr. den Theiln. an der LXIX. Versammlung Deutsch. Naturf. u. Aerzte gewidmet von der Stadt Braunschweig. Im Auftr. . . . hrsg. v. Prof. Dr. med. Rudolf Blasius. Braunschw. 1897. — Beiträge zur wissenschaftlichen Medicin. Festschrift dargebr. den medic. Theilnehmern an der LXIX. Versammlung Deutsch. Naturf. u. Ärzte vom Herzogl. Braunschw. Staatsministerium . . . hrsg. v. Pros. Dr. Rudolf Beneke. Braunschw. 1897.
Bremen, Naturwissenschaftlicher Verein: Abhandlungen XIV, Nr. 3 & Jahresbericht 1897/98. XV, Nr. 2.
Breslau, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur: Jahresbericht 75 (1897) nebst Ergänzungsheft.
Brünn, Naturforschender Verein: Verhandlungen 35 (1896). — Bericht der meteorologischen Commission 15 (1895).
Brüssel, Académie Royale de Médecine de Belgique: Bulletin 11 (1897), Nr. 11. 12 (1898), Nr. 1—9.
— Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique.
— Société Entomologique de Belgique: Annales 41 (1897).
— Société Royale de Botanique de Belgique: Bulletin 36 (1898).
Budapest, Ungarische Akademie der Wissenschaften: Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn 14. — Értekezések a természettudományok köreből. — Értekezések a mathematikai tudományok köreből. — Mathematikai és természettudományi Értesitö 15, Nr. 4. 5. 16, Nr. 1. 2. — Rapport 1897.

Buenos Aires, Museo Nacional: Anales.

Bukarest, Societatii de Sciinte Fizice: Buletinul 6 (1897/98), Nr. 5. 6. 7 (1898), Nr. 3—5.

Cambridge (Mass.), Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Bulletin 28, Nr. 4. 32, Nr. 1—3. 6—8. Report.

Chemnitz, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht.

Cherbourg, Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques: Mémoires Sér. III Nr. 10.

Christiania, Kgl. Universität: Universitets-Program 1896 II. — Norges officielle Statistik. R. III Nr. 273, 274, 287. — Grøn, Kristian: Studier over Gnmmøs („Tertiaer") Syfilis. — Uchermann, V.: De Døvstumme i Norge 1. 2 & Karter.

Chur, Naturforsch. Gesellschaft Graubündens: Jahresbericht 41 (1897/98) mit Beilage.

Córdoba, Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina: Boletin 15, Nr. 4.

Danzig, Naturforschende Gesellschaft: Schriften.

Dorpat siehe Jurjew.

Dresden, Gesellschaft für Natur- und Heilkunde: Jahresbericht 1897/98.
— Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte 1897, b.

Dublin, Royal Dublin Society: Proceedings 8, Nr. 5. — Transactions 4, Nr. 9—13. 5, Nr. 13. 6, Nr. 2—13.
— Royal Irish Academy: Proceedings 4, Nr. 4. 5. 5, Nr. 1. — Transactions 31, Nr. 1—6.

Dürkheim, Pollichia: Mitteilungen.

Edinburg, Royal College of Physicians:
— Botanical Society: Transactions.
— Physical Society: Proceedings 1896/97.
— Royal Society: Proceedings 21 (1895/97). — Transactions 38, Nr. 3. 4. 39, Nr. 1.

Elberfeld, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht.

Emden, Naturforschende Gesellschaft: Jahresbericht 82 (1896/97).

Florenz, Biblioteca Nazionale Centrale: Bollettino delle pubblicazioni italiane Nr. 288—311.
— Istituto di Studi Superiori: Pubblicazioni: Sezione di medic. e chirurgia, Nr. 14—17. Sezione di scienze fisiche e naturali Nr. 19—21.
— Società Botanica Italiana: Bullettino. — Nuovo Giornale Botanico.

Frankfurt a. M., Aerztlicher Verein: Jahresbericht über die Verwaltung des Medizinalwesens, die Kranken-Anstalten und die öffentlichen Gesundheitsverhältnisse der Stadt Frankfurt a. M. 41 (1897). Tabellarische Mitteilungen betreffend den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M. 1897.

— Senckenbergische Naturforsch. Gesellschaft: Bericht 1898. Abhandlungen 21, Nr. 1. 24, Nr. 1. 2. — Böttger, O.: Katalog der Reptilien-Sammlung. I. II.

— Physikalischer Verein: Jahresbericht 1896/97.

Frankfurt a. O., Naturwissenschaftlicher Verein: Helios. Monatliche Mitteilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften 15 (1898). — Societatum Litterae 11 (1897), Nr. 7—12. 12 (1898), Nr. 1—4.

Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft: Mittheilungen.

Freiburg i. B., Naturforschende Gesellschaft: Berichte 10.

Fulda, Verein f. Naturkunde: Bericht VIII (1884—96).

St. Gallen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht 1895/96.

Genf, Société de Physique et d'Histoire Naturelle: Compte rendu 14 (1897).

Gent, Kruidkundig Genootschap Dodonaea.

Genua, Accademia Medica: Bolletino.

— Museo Civico di Storia Naturale: Annali 18 (1897/98).

Giessen, Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.

Görlitz, Naturforschende Gesellschaft: Abhandlungen 22 (1898).

Göteborg, Kgl. Vetenskaps- och Vitterhetssamhälle: Handlingar F. IV, 1 (1898).

Göttingen, Gesellsch. der Wissenschaften: Nachrichten, Math.-phys. Kl. 1897, Nr. 3. 1898, Nr. 1.

— — Geschäftliche Mitteilungen 1897, Nr. 2. 1898, Nr. 1—3.

Graz, Verein der Aerzte in Steiermark: Mitteilungen.

— Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark: Mitteilungen 34 (1897).

Greifswald, Naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen: Mitteilungen 29 (1897).

Haarlem, Musée Teyler: Archives Sér. II, Vol. 5, Nr. 4. Vol. 6, Nr. 1. 2.

Halifax, New Scotian Institute of Science: Proceedings and Transactions Ser. II, Vol. 2, Nr. 3.

Halle a. S., Kaiserl. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher: Leopoldina 34, Nr. 1—11.

— Naturforschende Gesellschaft.

— Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für Naturwissenschaften 70 (1897), Nr. 3—6. 71 (1898), Nr. 1—5.

Hamburg, Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg-Altona: Verhandlungen IV. Folge, 5 (1898). — Abhandlungen.
— Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung:
Hanau, Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde:
Hannover, Naturhistorische Gesellschaft: Jahresbericht 44 (1893/94). — 47 (1896/97) (Festschrift.) — **Brandes**, Flora der Prov. Hannover. 1897. — Katalog der Vogelsammlung aus der Provinz Hannover. 1897. — Katalog der systematischen Vogelsammlung des Provinzial-Museums in Hannover. 1897. — Verzeichnis der im Provinzial-Museum zu Hannover vorhandenen Säugetiere. 1897.
Heidelberg, Naturhistorisch-Medizinischer Verein: Verhandlungen.
Helsingfors, Societas pro Fauna et Flora Fennica: Acta 13. 14. — Herbarium Musei Fennici Meddelanden 23.
— Societas Scientiarum Fennica: Acta 22. 23. — Öfversigt 39 (1896/97). — Observations publiées par l'Institut Météorologique Central 15 Nr. 1 und Résumé 1881—90. — Observations météorologiques.
— Société de géographie de Finlande: Travaux.
Jekaterinburg, Société Ouralienne de Médecine: Mémoires V (1897).
Innsbruck, Naturwissenschaftl.-Medizin. Verein: Berichte.
Jurjew, Naturforschende Gesellschaft: Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands. — Sitzungsberichte 11, Nr. 3. — Schriften.
Karlsruhe, Naturwissenschaftlicher Verein: Verhandlungen.
Kasan, Société Physico-Mathématique: Bulletin Sér. II, T. 7 Nr. 4. T. 8, Nr 1.
Kassel, Verein für Naturkunde: Abhandlungen und Bericht 42. 43.
Kiel, Naturwissenschaftlicher Verein in Schleswig-Holstein.
Kiew, Société des Naturalistes: Mémoires XIV (1896), Nr. 2. XV Nr. 1 (1897). 2 (1898).
Klausenburg, Siebenbürgischer Museumsverein: Értesitö 22 (1897) I, 2. 3. II, 2. 3.
Königsberg i. Pr., Physikalisch-Oekonomische Gesellschaft: Schriften 38 (1897).
Kopenhagen, K. Danske Videnscabernes Selskab: Oversigt. — Bulletin 1897, Nr. 6. 1898, Nr. 1—5.
— Naturhistorisk Forening: Meddelelser 1897.
— Mediciniske Selskab: Forhandlinger 1897/98.
La Haye, Société Hollandaise des Sciences: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles Sér. II, 1 (1897), Nr. 4—6. II, 2 (1898), Nr. 1.
Landshut, Botanischer Verein: Bericht 15 (1896/97).

La Plata, Facultad de Agronomia y Veterinaria: Revista.
Lausanne, Société Vaudoise des Sciences Naturelles: Bulletin 126—129.
Lawrence, Kansas University Quarterly. VII, 4.
Leipzig, Jablonowskische Gesellschaft.
— Naturforschende Gesellschaft.
— Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch-Physikal. Klasse: Berichte 1897, Nr. 5—6. 1898, Nr. 1—5. Sachreg. 1840—95.
— Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde: 16 (1898), Nr. 1—11.
— Medizinische Gesellschaft: Berichte.
London, Nature Nr. 1470—1522.
— Mathematical Society: Proceedings 609—654. — List of Members 1897/98.
— Royal Society: Proceedings 382—405. — Transactions 187—189 je A und B, 190 A. — List of Members. 1896 u. 1897. — Year-Book 1896/97. 1897/98.
Lüneburg, Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstentum Lüneburg: Jahreshefte XIV (1896—98).
Lüttich, Société Royale des Sciences de Liége: Mémoires 20.
Luxemburg, Institut Grand Ducal, Section des Sciences Natur. Mathém.
— Société Botanique du Grand-Duché de Luxembourg: Recueil 1890—1896.
Luzern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen 1 (1895/96). 2 (1896/97).
Madison (Wisc.), Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters: Transactions 11 (1896/97).
Magdeburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht und Abhandlungen 1896—1898.
Mailand, Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere: Rendiconti 30 (1897).
— Società Italiana di Scienze Naturali: Atti 37, Nr. 2. 3. Memorie VI (1898) fasc. II.
Marburg, Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften: Sitzungsberichte 1897.
Marseille, Faculté des Sciences. VIII, 5—19.
Melbourne, Royal Geographical Society of Australia: Transactions.
Meriden, Scientific Association.
Milwaukee (Wisc.), Public Museum of the City: Report.
Minnesota, Geological and Natural Survey of Minnesota: Bulletin. — Report.
Moskau, Société Impériale des Naturalistes: Bulletin 1897, Nr. 4. 1898, Nr. 1.

München, Gesellschaft für Morphologie und Physiologie: Sitzungsberichte XIII (1897), H. 2 u. 3. XIV (1898), H. 1. 2.
— Medizin.-Klinisches Institut:
— Aerztlicher Verein: Sitzungsberichte 7 (1897).
— Wochenschrift für Tierheilkunde und Viehzucht.
Münster i. W., Westfäl. Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst: Jahresbericht 25 (1896/97). 26 (1897/98).
Neapel, Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche (Sezione della Società Reale di Napoli): Rendiconto 36 (Ser. III. Vol. 3, 1897), Nr. 12. 37 (Ser. III. Vol. 4, 1898), Nr. 1—11.
— Zoologische Station: Mitteilungen 13, Nr. 1—3.
Neuchâtel: Société des Sciences Naturelles:
New York, Academy of Sciences: Annals 9, Nr. 6—12 u. Index. 11, Nr. 1. 2. — Transactions 16 (1896/97).
Nürnberg, Medizinische Gesellschaft und Poliklinik: Jahresbericht 1897.
— Naturhistorische Gesellschaft: Abhandlungen 11 und Jahresbericht 1897.
— Aerztlicher Lokalverein: Sitzungsberichte 1897.
— Germanisches Nationalmuseum: Anzeiger 1897. — Mitteilungen 1897. — **Hampe**, Theodor: Katalog der Gewebesammlung . . . I (1897).

Odessa, Société des Naturalistes de la Nouvelle Russie: Mémoires 21, Nr. 2. 22, Nr. 1. Mathem. Abth. 18.

Offenbach, Verein für Naturkunde.

Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein: 5 (1880—82). 7 (1885—88), 12 (1897).

Palermo, Circolo Matematico: Annuario 1898. — Rendiconti 12 (1898), Nr. 1—6.

Paris, Société de Biologie: Comptes rendus et Mémoires 1898, Nr. 1—41.
— Société Linnéenne: Bulletin N. S. 1—8.
— Société Zoologique de France: Bulletin 22 (1897). 23 (1898).
Passau, Naturhistorischer Verein: Bericht 1896—97.
Perugia, Università, Facoltà di medicina & Accademia Medico-Chirurgica: Atti e Rendiconti 9, Nr. 4. — Annali e memorie 10 (1898), Nr. 1.

Petersburg, Académie des Sciences: Bulletin VII (1897) Nr. 2.
— Hortus Petropolitanus: Acta XIV, 2. — Scripta.
— Société des Naturalistes: Section de Botanique, Bulletin. — Comptes rendus 1897 Nr. 5—8. 1898, Nr. 1—4. — Section de Botanique, Travaux 28, 3. — Section de Géologie et de Minéralogie, Travaux 25. 26, 5. — Section de Zoologie et de Physiologie, Travaux 27, 3. 4.

Petersburg, Société physico-chimique russe: Journal 29 (1897), Nr. 9. 30 (1898) Nr. 1—7. — Protokoly 1897, Nr. 4. 1898, Nr. 1—6.

Philadelphia, Academy of Natural Sciences: Proceedings 1897, Nr. 2—3. 1898, Nr. 1.

— College of Physicians: Transactions Ser. 3, Vol. 19.

— Wagner Free Institute of Science: Transactions 5 (1898, Jan.).

— Philadelphia County Medical Society: Proceedings 17 (1896).

— American Philosophical Society: Proceedings 155—157.

Pisa, Scuola Normale Superiore (Scienze Fisiche e Matematiche).

Prag, Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften: Jahresbericht 1897. — Sitzungsberichte (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse) 1897. I. II.

— Lese- und Redehalle der deutschen Studenten: Bericht.

Regensburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Berichte 6 (1896/97).

Riga, Naturforscher-Verein: Correspondenzblatt 40 u. 41 (1898).

Rio de Janeiro, Museu Nacional: Revista I (1896).

Rochester, Academy of Sciences: Proceedings.

Rom, Accademia dei Lincei: Rendiconti (Classe di Scienze Fisiche etc.) 1898, Semestre I, Nr. 1—12. Semestre II, Nr. 1—11.

— Accademia Medica.

— Gazetta Chimica Italiana 27 (1897) II, Nr. 6. 28 (1898) I, Nr. 1—6. II, Nr. 1—5.

St. Louis, Missouri Botanical Garden: Report 3 (1892).

Salem, Essex Institute: Naturalist. — Bulletin 26 (1894), Nr. 5—12. 27 (1895), Nr. 1—12. 28 (1896), Nr. 1—6. 29 (1897), Nr. 1—6.

San Francisco, California Academy of Sciences: Proceedings.

Santiago, Société Scientifique du Chile: Actes 7 (1897), Nr. 4. 5.

— Deutscher Wissenschaftlicher Verein: Verhandlungen.

Stockholm, Svenska Vetenskaps-Akademie: Bihang 23 (1898), Nr. 1—4. — Handlingar 29 (1896/97). — Öfversigt af Förhandlingar 54 (1897). — Entomologiska Förening: Tidskrift 18 (1897).

Stuttgart, Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte 54 (1898).

Thorn, Coppernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst: Mitteilungen. — Jahresbericht.

Tokio, Medizinische Fakultät der Kaiserl. Japanischen Universität Mitteilungen III, 3. IV, 1. 2.

Toulouse, Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres: Mémoires Sér. IX, t. VIII (1896). IX (1897).

Triest, Museo Civico di Storia Naturale.

— Società Adriatica di Scienze Naturali: Bolletino 16 (1895).

Tufts College (Mass.): Studies 5.

Turin, R. Accademia delle Scienze (Scienze Fisiche, Matematiche, Naturali): Atti 33, Nr. 1—15. — Memorie Ser. II, Vol. 47. — Osservazioni Meteorologiche 1897—98.

Ulm, Verein für Mathematik und Naturwissenschaften: Jahreshefte 8 (1897).

Upsala, Läkareföreninq: Förhandlingar N. F. III (1897/98), H. 1—8 und Suppl. IV (1898/99), H. 1.

Utrecht, Provincial Utrechtsch Genootschap: Aanteekeningen 1897. Verslag 1897.

Washington, National Academy of Sciences: Memoirs.

— Smithsonian Institution: Miscellaneous Collections 1125. — Report 1893 II.

— Library of the Surgeon Generals Office: Index-Catalogue Ser. II. Vol. II.

— U. S. National Museum 1893 II. 1894 II.

Wernigerode, Naturwissenschaftl. Verein des Harzes: Schriften.

Wien, Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse): Sitzungsberichte, von Abteilung IIa. 106, Nr. 1—10. 107, Nr. 1. 2. IIb. 106, Nr. 1—10. 107, Nr. 1—3. III. 106, Nr. 1—10. Reg. zu Bd. 101—105.

— Zoolog.-Botanische Gesellschaft: Verhandlungen 47 (1897), Nr. 1—10.

— Naturhistorisches Hofmuseum: Annalen 12 (1897), Nr. 2—4. 13 (1898), Nr. 1 und Gen.-Reg. zu 1—10.

— Geologische Reichsanstalt: Jahrbuch 47 (1897), H. 2. 48 (1898), H. 1. — Verhandlungen 1897, Nr. 14—18. 1898, Nr. 1—14.

— Naturwissenschaftl. Verein an der Universität: Mitteilungen.

— Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse: Schriften 38 (1897/98).

Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde: Jahrbücher 51 (1898).

Würzburg, Physikal.-Medizinische Gesellschaft: Sitzungsberichte 1897. — Verhandlungen 31 (1897).

Zürich, Naturforschende Gesellschaft: Neujahrsblatt 1898. — Vierteljahrschrift 42 (1897). Nr. 3. 4. 43 (1897), Nr. 1—3.

Zwickau, Verein für Naturkunde: Jahresbericht 1897.

B) als Geschenk.

Ball, Robert: The twelfth and concluding Memoir on the Theory of Screws. With a Summary. Dublin 1898. Reprinted from the Transactions of the R. Irish Academy. Vol. XXXI.

Hedwigia: Organ für Krytogamenkunde . . . 36 (1897). Dresden.

Wislicenus, W.: Über Tautomerie. Stuttgart 1897. (= Sammlung Chem. und chem.-techn. Vorträge . . . Bd. II H. 6 u. 7).

Kollmann, Jul.: Der Mensch . . . (Sp.-A. a. d. Denkschr. d. Schweiz, Naturf. Gesellsch. Bd. XXXV: Nüesch, das Schweizersbild . . .). Zürich, (1895).

— Flöten und Pfeifen aus Alt-Mexico. (Sp.-A. aus der Bastian-Festschrift). Berlin 1896.

Bokorny, Thomas: Lehrbuch der Pflanzenphysiologie mit bes. Rücksichtnahme a. Landwirtsch. u. Gärungsindustrie. Berlin, 1898.

Comunicaciones del Museo Nacional de Buenos Aires. I (1898), Nr. 1.

Noble, Charles P.: The Conservative Treatment of Fibroid. Tumors by Myomectomy. S. l. & a.

— Some of the Disadvantages of Vaginal Drainage for Pelvic Abscess... '[Reprint. from the Americ. Gynaecol. a. Obstetric. Journal for March, 1898 . . .]'.

— The Conservative Treatment of Pelvic Suppuration of Puerperal Origin. . . . '[Reprint. from The Philadelphia Medical Journal, July 23, 1898]'.

Boletin de Hijiene i Demografia publ. por el Instituto de Hijiene de Santiago. I (1898), Nr. 1—6.

Consejo superior de Hijiene. Sesiones . . . 1897. Santiago de Chile 1898.

Intermédiaire, L'- des Biologistes. Paris. I, Nr. 5.

Anales del Museo Nacional de Montevideo. VIII—X.

Ratgeber, Der Technische —. Berlin. I (1897), Nr. 24. II (1898), Nr. 1—23.

Report of the Kensington Hospital for Women. 1896/97.

Revista Chilena de Hijiene. Santiago. 3, Nr. 14. 4, Nr. 1.

Gordon y de Acosta, Antonio de: Lecciones elementales de fisiologia celular. Habana, 1892.

— Los loros y la tuberculosis. Habana, 1896.

— Real Academia de Ciencias Médicas, Fisicas y Naturales de la Habana. Discurso leido 1896 en la sesion solemne commemorativa de su fundacion . . . Habana, 1896.

— Discurso leido 1897 en la apertura del segundo dispensario para niños pobres de la Habana. Habana, 1897.

— El tabaco en Cuba apuntes para su historia. Habana, 1897.

Sitzungen.

Die physikalisch-medicinische Societät hielt vom 1. Januar bis zum 31. Dezember 1898 sieben Sitzungen ab, deren wissenschaftliches Material in dem nachstehenden Verzeichnis niedergelegt ist.

Verzeichnis der in den Sitzungen gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 17. I. 98.

A. Spuler: Über Descendenzlehre und Descendenztheorie.

Sitzung am 14. II. 98.

C. G. Schmidt: Aktinoelektrische Versuche.

H. Friedenthal: Bestimmung des Molekulargewichts mit Hilfe des spec. Gewichts oder des Brechungsexponenten.

Sitzung am 7. III. 98.

E. Wiedemann, Versuche mit Wechselstrom und Teslaströmen.

Sitzung am 9. V. 98.

E. Graser: Theorie und Praxis in der Antiseptik.

H. Lenk: Demonstration eines neuen Modells für krystallographische Kugelprojektion.

Sitzung am 20. VI. 98.

H. Lenk: Mitteilungen über den Naphtadistrikt von Baku.

Sitzung am 14. XI. 98.

C. G. Schmidt: Kometen und Meteore.

Sitzung am 12. XII. 98.

A. Spuler: Über Faunistik.



Über die Sauerstoffaufnahme und den Sauerstoffverbrauch der Säugetiere.

Von J. Rosenthal.

Die eingehenden, mit den scharfsinnigsten Methoden wiederholt durchgeführten Untersuchungen über den respiratorischen Gasaustausch haben sich in der Mehrzahl damit begnügt, die Abgabe von CO_2 und H_2O, entweder von der Lunge allein oder von der Gesamtatmung, zu bestimmen, den Sauerstoffverbrauch dagegen aus der Zusammensetzung der durch den Atmungsprozess veränderten Luft zu berechnen. Nur die von Regnault & Reiset[1]) ausgearbeitete schöne Methode gestattet auch die O-aufnahme direkt zu messen. Sie ist aber verhältnismässig selten angewandt worden. Dies hat seinen Grund hauptsächlich in der Kompliziertheit und Kostbarkeit des Apparats; auch haftet ihm in der Form, welche ihm seine Erfinder gegeben haben, der Mangel an, dass die Ventilation des Raumes, in welchem sich das Tier befindet, eine unvollkommene ist, wie aus den Versuchsprotokollen jener Forscher hervorgeht. Noch mehr macht sich dieser Mangel bei dem Apparat bemerkbar, welchen Hoppe-Seyler[2]) nach dem gleichen Prinzip im Strassburger Institut für physiologische Chemie hat bauen lassen. Nur in der Anwendung auf kleine Tiere und bei künstlicher Atmung, wie es bei dem von Pflüger und seinen Schülern[3]) benutzten Apparat der Fall war, ist dieser Übelstand nicht vorhanden.

1) Annales de chimie et de physique (3) 26. 299 und 69. 129.

2) Zeitschr. f. physiol. Chemie 19. 574 und 590.

3) Pflüger's Archiv. 12. 292, 282, 522. — 14. 38. — 18. 247.

Die grossen Vorzüge, welche das Verfahren von Regnault & Reiset vor anderen Methoden zur Untersuchung des respiratorischen Gaswechsels bietet, liessen es mir wünschenswert erscheinen, dasselbe in meinen calorimetrischen Untersuchungen bei der Vergleichung des Stoffwechsels mit der Wärmeproduktion zu verwenden. Ich habe mich daher bemüht, das Verfahren, unter strenger Festhaltung seines vortrefflichen Grundgedankens, so zu vereinfachen und zu verbessern, dass es ein sicheres und leichtes Arbeiten gestattet. Einige Angaben über die Einrichtung meines Apparats habe ich schon in meinen „calorimetrischen Untersuchungen“ [1]) gemacht. Hier will ich nur, zum Verständnis des Folgenden, nochmals kurz die Einrichtung des Apparats unter Fortlassung derjenigen Teile, welche zur Calorimetrie gehören, beschreiben und das Verfahren zur Bestimmung der respiratorischen Faktoren (produzierte CO_2 und verbrauchter O) sowie die Grenzen der Zuverlässigkeit der einzelnen Bestimmungen angeben.

Das Versuchstier befindet sich in einem vollkommen geschlossenen Raum, durch welchen ein stetiger Luftstrom in einer Richtung geleitet wird. Dieser Luftstrom tritt von hinten in den Tierraum ein, streicht an dem Tier vorbei und wird durch einen das Tier umgebenden ringförmigen Raum wieder nach hinten abgesogen. Die austretende Luft geht zunächst durch eine grosse, mit Bimsstein und Schwefelsäure beschickte Flasche, um ihren Wasserdampf abzugeben, dann durch mehrere Kaliflaschen, in denen sie von CO_2 befreit wird und dann nochmals durch Bimsstein-Schwefelsäureflaschen, in welchen das aus den Kaliflaschen fortgeführte Wasser zurückgehalten wird. So von Wasser- und Kohlensäure befreit, kehrt sie wieder in den Tierraum zurück. Die durch Absorption der CO_2 bewirkte Druckverminderung wird durch Zutritt von vollkommen trockenem O, welcher unter konstantem Druck steht, ausgeglichen.

Die Zirkulation der Luft wird durch zwei Quecksilberpumpen unterhalten, von denen abwechselnd die eine saugt, während die andre drückt. Durch leicht spielende Kautschukventile ist dafür ge-

---

1) Fünfter Artikel. Arch. f. Anat. u. Physiol. (Physiol. Abteil.) 1894 S. 236 ff.



sorgt, dass die Luft sich immer in der gleichen, oben angegebenen Richtung bewegt. Das Spiel der Pumpen wird durch den von mir früher beschriebenen, ursprünglich für die künstliche Atmung konstruierten Apparat bewirkt[1]). Die Pumpen sind im stande, 90—300 l Luft in der Stunde in Bewegung zu setzen. Bei genügender Ventilation und passender Einstellung des O-druckes steigt der CO_2-gehalt der Luft im Tierraum nicht über 0,5 bis höchstens 1 %, während der Sauerstoffgehalt sich etwa um ebensoviel erniedrigen kann.

Die Bestimmung des aus dem Tierraum fortgeführten Wassers geschieht durch Wägung der ersten Schwefelsäureflasche, die der CO_2 durch Wägung des ganzen Satzes von Kali- und Schwefelsäureflaschen. Wendet man eine Wage an, welche bei grösserer Belastung noch hinreichend empfindlich ist, so hat man nur zwei Wägungen vor Beginn und zwei nach Beendigung des Versuchs zu machen und begeht keinen irgend merklichen Fehler in der CO_2-bestimmung. Der Vorzug dieser Methode, dass die ganze zu bestimmende Grösse durch Wägung direkt gefunden wird, vor dem sonst so schönen Verfahren von Pettenkofer leuchtet ein. Die an sich nicht grossen Versuchsfehler müssen bei letzteren mit einem, zuweilen sehr grossen Faktor multipliziert werden, und dieser Fehler hat auf die Berechnung des O Einfluss.

Die Gewichtszunahme der ersten Schwefelsäureflasche ist jedoch nicht ohne weiteres der Wasserabgabe des Tieres gleich zu setzen, da etwas Wasser in dem Apparat selbst kondensiert wird. Nur wenn man bei höherer Temperatur und mit sehr starker Ventilation arbeitet, ist dieser Fehler klein. Immerhin thut man gut, die Wasserabgabe noch durch den Gewichtsverlust des Tieres zu kontroliren.

Die Bestimmung der CO_2 durch die Gewichtszunahme der Kaliflaschen bedarf noch einer Korrektur infolge der allerdings nicht bedeutenden Änderung des CO_2-gehalts der Luft im Tierraum. Da eine gleiche Korrektion auch für den O-verbrauch nötig ist, so will ich zunächst die Bestimmung des letzteren besprechen.

---

1) Vgl. die Beschreibung im Arch. f. Anat. u. Physiol. (Physiol. Abteil.) 1894 S. 248.

Der für den Versuch erforderliche O ist in 3 grossen gläsernen Cylindern enthalten, welche zusammen etwa 50 l fassen. Die Cylinder sind oben und unten durch Röhren mit Hähnen so verbunden, dass man sie einzeln oder auch alle zusammen benutzen kann. Auch ist es möglich, sie bei länger dauernden Versuchen neu zu füllen, ohne dass dadurch der Versuch selbst gestört wird. Dadurch ist die Dauer der Versuche unbegrenzt und kann, wenn es wünschenswert erscheint, auf mehrere Tage ausgedehnt werden. Der O wird aus den Cylindern durch Wasser verdrängt, welches von oben eintritt, so dass der Druck, unter welchem das Gas ausströmt, von dem Stand der Flüssigkeit in den Gasbehältern unabhängig ist. Dieser Druck hängt nur von dem Niveau des Wassers in einem höher stehenden Druckgefäss ab, und dieses Niveau kann innerhalb weiter Grenzen geändert und auf der gewählten Höhe konstant erhalten werden.

Der aus den Cylindern austretende O geht zunächst durch einen Elster'schen Gaszähler, welcher das durchgegangene Gasvolum bis auf 2 cm^3 direkt abzulesen gestattet. Um die abgelesenen Volume auf 0° und 760 cm hg zu reduzieren, wird bei jeder Ablesung zugleich die Temperatur und der Gasdruck aufgezeichnet. Das so gemessene Gas wird durch Chlorcalcium und Schwefelsäure getrocknet und durch ein Seitenrohr in den zum Tierraum zurückkehrenden Luftstrom geleitet [1]).

Zur fortdauernden Kontrole der Luftzusammensetzung im Tierraum führt ein besonderes Rohr zu einem endiometrischen Apparat, welcher gestattet, den CO_2- und O-gehalt der Luft schnell und mit genügender Genauigkeit zu bestimmen. Ohne auf die Einzelnheiten dieses Apparats einzugehen, welcher im wesentlichen nach den Prinzipien der Gasanalyse, wie sie Lunge und Hempel ausgebildet haben, arbeitet, will ich nur sagen,

---

1) Selbstverständlich kommt alles darauf an, dass der Apparat und alle zu ihm gehörigen Gasleitungen absolut luftdicht sind. Ich habe mich davon natürlich vorher überzeugt. Die Röhrenleitungen und Verbindungen können aus Kautschuk allerdings vollkommen dicht hergestellt werden; besser aber ist es, alle Leitungen aus Metallröhren herzustellen, welche unter sich und mit den Absorptionsgefässen sowie dem Tierraum durch Verschraubungen verbunden sind.

dass die CO_2-bestimmung durch Absorption mit Kalilauge, die O-bestimmung durch Explosion mit Wasserstoff bestimmt wird[1]). Macht man eine Analyse zu Anfang und eine zum Schluss jedes Versuches, so erhält man die Korrektionswerte, welche zu der durch die Wägung gefundenen CO_2 und zu dem an der Gasuhr abgelesenen O algebraisch addirt werden müssen, um die wirklich produzierte CO_2 und den wirklich vom Tier aufgenommenen O zu finden. Da aber der in den Cylindern enthaltene O nicht ganz rein ist[2]), so muss auch von diesem da, wo er in die Gasuhr eintritt, von Zeit zu Zeit eine Probe entnommen, sein wirklicher O-gehalt bestimmt und nur dieser in Rechnung gesetzt werden.

Dem Beginn eines jeden Versuchs muss stets eine Periode der Vorbereitung vorausgehen, in welcher sich durch die eine Zeit lang unterhaltene Ventilation die gleichförmige Mischung der Luft herstellt und durch die CO_2-ausscheidung und Absorption einerseits, den O-verbrauch und O-zutritt andererseits ein Beharrungszustand ausbildet. Von da ab kann der Versuch beliebig lange ausgedehnt und je nach den Zeiten, in denen man die nötigen Ablesungen und Analysen macht, in beliebige Intervalle abgeteilt werden. Da diese Ablesungen und Analysen etwa 10—12 Minuten in Anspruch nehmen, so habe ich als kürzeste Dauer jedes Intervalls 20 Minuten gewählt, meistens aber 30 Minuten oder eine ganze Stunde. Bei Versuchen, welche nur bezwecken, die gesammte CO_2-produktion und den gesamten O-verbrauch während einer längeren Periode zu bestimmen (etwa zum Vergleich mit der in der gleichen Zeit produzirten Wärme) kann man natürlich die zwischenliegenden Ablesungen und Analysen fortlassen.

Als Beispiel führe ich einen kurzen Versuch von 2 Stunden an, bei welchem die Ablesungen und Analysen halbstündlich erfolgten.

Hund von 4300 g Gewicht. O-gehalt der Luft im Apparat anfangs 20,78 % zum Schluss 20,02 %. CO_2-gehalt anfangs 0,4 % zum Schluss 0,6 %. Der Hund verbrauchte:

---

1) Wo es angezeigt erscheint, kann natürlich auch die Analyse auf H, CH_4 oder ander Gase ausgedehnt werden.

2) Käuflicher O aus der Fabrik von Dr. Elkan in Berlin.

In der ersten halben Stunde			1,366 l
„ „ zweiten	„	„	1,403 l
„ „ dritten	„	„	1,304 l
„ „ vierten	„	„	1,592 l
Mittelwert für 1 Stde. =			2,833 l

In ähnlicher Weise verlaufen alle Versuche, bei denen dafür gesorgt wird, dass der O-gehalt der Luft, in welcher das Tier atmet, nicht merklich von dem normalen Gehalt der atmosphärischen Luft abweicht. Der höchste Wert, welchen ich an diesem Tier in vielen Versuchen fand, war 2,915, der niederste: 2,353. Die Versuche verteilen sich auf einen Zeitraum von über 6 Monaten, während welcher das Tier fast vollkommen im Stoffwechselgleichgewicht erhalten wurde. Das Mittel aus allen Versuchen ist 2,577. Nach der Nahrung berechnet sich der durchschnittliche Verbrauch für 1 Stunde auf 2,266 l O. Bedenkt man aber, dass die Mehrzahl der Versuche in die Verdauungsperiode fiel, in welcher der O-verbrauch höher ist als der Durchschnitt des 24stündigen Tages, so erscheint die Abweichung nicht auffallend.

Anders aber fallen die Ergebnisse aus, wenn jene Bedingung eines normalen O-gehaltes der Luft nicht erfüllt sind. Bei meinen Einrichtungen hatte ich es in der Hand, entweder von Anfang an oder während des Versuchs den O-gehalt der Luft, in welcher das Tier atmete, über oder unter dem normalen der atmosphärischen Luft zu bringen. Unmittelbar nach dem Einbringen des Tiers und dem Verschluss des Apparats ist natürlich der Druck der Luft innerhalb des Apparats gleich dem gerade herrschenden atmosphärischen Druck. Stellt man jetzt die Verbindung mit den Sauerstoffbehältern her, so hängt es von dem in diesen herrschenden Druck ab, wieviel O sich der eingeschlossenen Luft beimischt. In dem eben mitgeteilten Versuchsbeispiel war dieser Druck 140 mm aq. über Atmosphärendruck. Bei Herstellung der Verbindung trat soviel O in den abgeschlossenen Luftraum des Apparats, dass in diesem der Druck um 100 mm aq. über den Atmosphärendruck stieg[1]). Beide Drucke blieben während

1) Der Unterschied rührt von den Widerständen her, welchen das O-gas bei seinem Durchgang durch die Trockenapparate u. s. w. zu überwinden hat.

der Dauer des Versuchs konstant, d. h. sie schwankten nicht um mehr als höchstens 5 mm aq. Es strömte also gerade so viel O zu, als das Tier verbrauchte. Dementsprechend ergaben auch die halbstündlich vorgenommenen Analysen nur den schon angegebenen höchsten Unterschied von 20,78 % als Maximum und 20,02 als Minimum. Die grösste Abnahme trat erst in der letzten halben Stunde ein, offenbar verursacht durch den etwas stärkeren O-verbrauch in dieser Zeit. Dementsprechend sank auch der Druck im Tierraum in dieser Zeit um 3 mm aq.[1]).

Der O-zutritt wird etwas vermehrt durch die Entnahme von Proben zur Luftanalyse. Denn jede solche Entnahme bewirkt natürlich eine, wenn auch geringe Druckabnahme und infolgedessen ein etwas vermehrtes Nachrücken von O aus den Behältern. Aber dieser Überschuss bleibt, falls der Verbrauch sich nicht steigert, im Tierraum, wird daher bei der nächsten Analyse festgestellt und in Rechnung gezogen. So ergab z. B. der Vergleich der vorletzten und der letzten Analyse in unserem Versuch, dass der O-vorrat im Versuchsraum während der letzten halben Stunde um 0,161 l abgenommen hatte. Und dieser Wert musste zu dem vom Gaszähler angezeigten Wert von 1,431 l hinzuaddiert werden, um den wahren O-verbrauch (1,592 l) zu ergeben[2]).

Will man mit Luft von niedrigerem O-gehalt arbeiten, so hat man nur nötig, den O-zutritt zeitweilig abzustellen. Die Abnahme erfolgt dann in dem Masse, als es dem O-verbrauch durch das Tier entspricht Dabei sinkt natürlich der Druck im Tierraum und wird bald negativ und immer negativer, je länger diese Verhältnisse andauern. Soll aber der O-gehalt schneller

---

1) Da immer etwas CO_2 im Luftraum sich ansammelt, allerdings wegen der vollständigen Absorption sehr wenig, so muss die Druckausgleichung schon eintreten, wenn etwas weniger O nachgerückt ist, als verbraucht wurde. Die CO_2-anhäufung vollzieht sich aber schon in den ersten Zeiten nach dem Einbringen des Tieres in den Apparat. Ist erst der Beharrungszustand eingetreten, dann kommen nur noch kleine Schwankungen im CO_2-gehalt vor, welche 0,1—0,2 % nicht zu überschreiten pflegen. Dann ist der O-zutritt nur von dem Verbrauch abhängig. Die eigentlichen Beobachtungen beginnen immer nach Herstellung des Beharrungszustands.

2) Alle Werte sind natürlich auf 0°, 760 mm hg und Trockenheit reduziert.



auf ein bestimmtes Mass herabgesetzt werden, so verfahre ich folgender Massen. Von dem Rohr, durch welches die Ventilationsluft den Apparat verlässt, zweigt ein engeres Rohr ab, welches für gewöhnlich durch einen Hahn verschlossen ist. Von diesem Rohr führt ein Gummischlauch zu einem Glasrohr, das in in Quecksilber taucht. Leitet man statt des O ein indifferentes Gas in den Apparat ein (N oder H) und öffnet jenen Hahn, so entweicht aus ihm ein Teil der vorrätigen Luft und wird durch das indifferente Gas ersetzt. Der Druck im Apparat bleibt dabei auf der durch die Tiefe des Eintauchens in Quecksilber bedingten Höhe. Ist auf diese Weise der gewünschte Grad der Verminderung des O erreicht, so wird der Hahn geschlossen, die Zufuhr des indifferenten Gases abgestellt. Nach Verbindung mit den O-behältern regelt sich dann der Ersatz für den O wieder nach Massgabe seines Verbrauchs.

Wird aber statt des indifferenten Gases O zugeführt, während der erwähnte Hahn offen ist, dann wird die Luft im Apparat schnell O-reicher, um so schneller, je höher der Druck in den O-behältern ist. Schliesst man dann den Hahn, so tritt noch so lange reichlich O ein, bis der Druck im Tierraum so hoch geworden ist, als es dem Druck in den O-behältern entspricht. Von da an regelt sich wieder der O-zutritt nach dem Verbrauch.

Ich habe auf solche Weise eine grosse Zahl von Versuchen sowohl mit geringem als auch mit grossem O-gehalt gemacht. Ich bin dabei nicht unter 14 % O hinuntergegangen, da ich Dyspnoe vermeiden wollte; die höchsten O-werte, die ich untersucht habe, waren 33—35 %, meistens aber blieb ich innerhalb der Grenzen, von 15 % und 25 %. Als Versuchstiere dienten ausser dem schon erwähnten Hunde noch ein anderer Hund von 3050 g Gewicht und eine Katze von 2500 g. Mit jedem Tier wurde eine Versuchsreihe von 8—14 Tagen Dauer angestellt, während welcher Zeit es bei gleichbleibender Kost im Stoffwechselgleichgewicht erhalten wurde; dann wurde ein andres Tier benutzt u. s. f.

Das Ergebnis dieser Versuche ist, dass der O-verbrauch bei abnehmendem O-gehalt sinkt, bei zunehmenden Gehalt steigt. Die Änderung ist beim Übergang von einem bestimmten O-gehalt zu einem anderen anfangs sehr bedeutend; bleibt aber der verminderte oder der vermehrte O-gehalt bestehen, so gleichen sich die Unterschiede wieder aus, ja sie können sich sogar umkehren.

Das heisst also, wenn das Tier schnell aus einer Luft von niederem in Luft von hohem O-gehalt versetzt wird, so nimmt es anfangs auffallend viel O auf, dann geht die Aufnahme herunter und unter den Wert, welcher der normalen Zusammensetzung der Atmosphäre entspricht, um dann wieder zu steigen. Umgekehrt, wenn das Tier schnell in eine Atmosphäre von geringem O-gehalt versetzt wird, so nimmt es anfangs auffallend wenig O auf, dann steigt die Aufnahme wieder, sinkt aber von neuem um dauernd unter der normalen zu bleiben.

Um von diesem Verhalten ein Beispiel zu geben, wähle ich einen Versuch, bei welchem mit fast normalem O-gehalt begonnen, dann die O-zufuhr eine Stunde lang abgeschnitten wurde (während welcher Zeit der O-gehalt auf 15,06 % fiel) und dann wieder O zugeführt wurde. Die Ablesungen und Analysen wurden alle 20 Minuten gemacht.

Das Tier verbraucht in 20 Minuten:

0,364 1,239 0,757 zus. in 1 Std.: 2,360 l (Gehalt der Luft: 19,3 %).
0,119 0,914 0,424 zus. in 1 Std.: 1,457 l (Abnahme auf 15,66 %).
2,755 0,552 1,100 zus. in 1 Std.: 4,407 l (Zunahme bis 19,63 %).

Wie man sieht, kamen schon in der ersten Stunde, in welcher das Tier Luft von ungefähr normaler Zusammensetzung atmete, grosse Schwankungen vor. Namentlich ist der ausserordentlich kleine Anfangswert (0,364) auffallend. Trotzdem liegt der Gesamtwert für die erste Stunde noch innerhalb der auch sonst für diesen Hund bei länger dauernden Versuchen gefundenen Werte, wenngleich dem Minimum (2,353) sehr nahe. Immerhin lehrt der Versuch, wie trügerisch solche kurzdauernden Versuche sein können, wenn man aus ihnen den wirklichen Verbrauch für längere Perioden berechnen wollte. Als dann die O-zufuhr abgeschnitten wurde, sank der Verbrauch noch erheblich und blieb trotz der folgenden Steigerung während dieser Stunde um rund 40 % unter dem Verbrauch der vorhergehenden Stunde. Als wieder O zugeführt wurde, trat eine erhebliche Steigerung des O-verbrauchs ein, dann nahm sie ab und wieder zu, so dass im ganzen in dieser Stunde (in welcher der O-gehalt fast genau der gleiche war wie in der ersten Stunde) um mehr als 86 % mehr O verbraucht wurde als in der ersten.

Werden die Versuche über längere Perioden fortgesetzt, so sind die Unterschiede weniger auffallend, da schon im Laufe

einer Stunde, eine teilweise Ausgleichung stattfindet. Immerhin bleibt die Thatsache bestehen, dass bei geringem Sauerstoffgehalt der Atmungsluft weniger O verbraucht wird als bei grossem. Dabei zeigt aber die CO_2-ausgabe nur geringe Schwankungen und diese gehen nicht dem O-verbrauch parallel. So kommt es, dass der respiratorische Quotient, welcher nach der Kost sich auf 0,864 hätte stellen sollen und im Durchschnitt aller Versuche mit normalen O-gehalt 0,823 war[1]), sehr grosse Schwankungen aufweisen kann. Er war im Minimum (bei grossem O-gehalt) = 0,576 und im Maximum (bei geringem O-gehalt) = 1,247. Hieraus folgt, dass man sich hüten soll, aus dem O-verbrauch und dem aus ihm berechneten respiratorischen Quotienten weittragende Schlüsse zu ziehen, wenn es sich nicht um längere Versuchszeiten handelt und keine Sicherheit für ganz normale Zusammensetzung der Atmungsluft gegeben ist.

Das gewonnene Ergebnis steht in Widerspruch zu den Angaben von Regnault und Reiset, welche ausdrücklich betonen, dass der Sauerstoffgehalt der Atmungsluft keinen Einfluss auf die O-aufnahme habe. Es ist jedoch zu bedenken, dass die Versuche dieser Forscher immer nur sehr lange Perioden (24—75 Stunden) umfassen und dass sie nur Durchschnittswerte für diese langen Zeiträume angeben, etwaige Schwankungen innerhalb derselben dagegen gar nicht untersucht haben. Der von mir hervorgehobene Einfluss des O-gehalts muss aber offenbar mit der Länge der Perioden immer unmerklicher werden, zumal wenn er nicht durch absichtliche herbeigeführte Ändeungen des O-gehalts im Verlauf eines Versuchs, sondern nur durch Vergleichung verschiedener Versuche studirt wird, bei welchen überdies im Verlauf eines jeden Versuchs eine allmähliche, aber schliesslich sehr erhebliche Abnahme des O-gehalts eintrat. Denn die plötzlichen Veränderungen geben, wie ich gezeigt habe, die grössten Schwankungen in der O-aufnahme durch das Tier. Und gerade diese Schwankungen sind von Werth für die richtige Erkenntnis des Mechanismus der O-aufnahme und des O-verbrauchs im Organismus.

Die Abhängigkeit der O-aufnahme von dem O-gehalt der Atmungsluft oder, wie wir auch sagen können von dem Partialdruck

1) Für diese Berechnung wurden nur die Versuche von längerer Dauer (5 Stunden und darüber) benutzt.

des O, scheint nicht im Einklang zu stehen mit der Thatsache, dass die O-aufnahme durch das Blut die Folge einer chemischen Bindung seitens des Hämoglobins ist und demgemäss von dem Druck des Gases sehr wenig abhängig sein sollte. Eine genauere Erwägung zeigt aber, dass gerade das, was wir gefunden haben, sich als notwendige Folgerung aus den Verhältnissen in der Lunge ergeben muss. Von der Hautatmung können wir bei den folgenden Erwägungen ganz absehen, erstens wegen ihres geringen Betrages und zweitens, weil für sie dieselben Umstände in Betracht kommen wie für die Lungenatmung.

Wenn wir Blut im Absorptiometer mit O schütteln, so ist die O-aufnahme nur in sehr geringem Grade abhängig vom O-druck und fast allein von dem Hämoglobingehalt bedingt. Bleibt der Partialdruck des O oberhalb eines sehr geringen Werts (der Dissoziationsconstante der Verbindung HbO_2), so wird O aufgenommen, bis alles Hämoglobin in Oxyhämoglobin verwandelt ist. Die Diffusion spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Anders in den Lungen. Um zu den Blutkörperchen zu gelangen muss der in der Alveolarluft enthaltene O durch die Wand der Alveolen und der Capillaren hindurchdiffundiren. Die Spannung des O an der Oberfläche der Blutkörperchen dürfen wir gleich Null setzen, weil hier chemische Bindung eintritt. Die Geschwindigkeit, mit welcher O aus der Alveolarluft in das Blut übertritt, kann daher dem Partialdruck des O in der Alveolarluft direkt proportional gesetzt werden. Bei der Kürze der Zeit, während welcher das Blut in den Lungenkapillaren mit der Alveolarluft in Wechselwirkung tritt, ist aber diese Geschwindigkeit von grösstem Einfluss auf die Gesamtmenge der Aufnahme. Nimmt der O-gehalt der Luft, in welcher das Tier atmet, ab oder zu, was natürlich auch auf die Alveolarluft in gleichem Sinne einwirkt, so wird demnach das Blut entsprechend weniger oder mehr O aufnehmen müssen.

Ich habe schon gesagt, dass die CO_2-abgabe seitens des Tiers keine wesentliche Änderung zeigt, mag viel oder wenig O innerhalb der von mir eingehaltenen Grenzen der Luftzusammensetzung aufgenommen werden. Es folgt daraus, dass auch bei der niedersten Grenze, entsprechend einem O-gehalt von 14%, immer noch genug O aufgenommen wird, um die Lebensprozesse in normalem Gang zu erhalten und auch den Eintritt von Dyspnoe zu ver-

hindern[1]). Es wird also fortwährend ungefähr gleich viel O zu den Lebensvorgängen verbraucht. Wenn trotzdem bei plötzlicher Steigerung des O-gehalts der Luft die Aufnahme grösser wird, so muss irgendwo im Organismuss eine Aufspeicherung von O stattfinden. Aus diesem Vorrat wird dann das Tier, wenn ihm wieder weniger O zur Verfügung steht, eine Zeitlang seinen für den normalen Ablauf der Lebensvorgänge nötigen O-bedarf decken.

In dem oben mitgetheilten Versuch hat das Tier in der Stunde etwas mehr als 2 l CO_2 ausgegeben. Zu ihrer Bildung und zu den anderen im Körper stattfindenden Oxydationen (Bildung von Wasser, Harnstoff etc.) waren die 2,360 l O, welche es in der ersten Stunde aufnahm, ungefähr gerade ausreichend. In der zweiten Stunde aber nahm es im ganzen nur 1,447 l O auf, und wenn seine Lebensprozesse in derselben Weise fortgingen, so musste es fast einen Liter O aus einem in ihm vorhandenen Vorrat hinzufügen. In der dritten Stunde dagegen nahm es 4,407 l O auf, konnte also nicht blos den Mehr-Verbrauch der zweiten Stunde wieder voll decken, sondern konnte noch einen Vorrat von mehr als einem Liter aufspeichern.

Bei länger dauernden Versuchen werden zwar die Differenzen in der O-aufnahme kleiner, aber der Überschuss der Aufnahme über die Einnahme oder umgekehrt bleibt bestehen. Das geht ja schon unzweifelhaft aus der angeführten Thatsache hervor, dass der respiratorische Quotient auch bei solchen längeren Versuchen zwischen den Grenzen 0,576 und 1,247 geschwankt hat.

Es fragt sich wo diese Aufspeicherung von O stattfinden kann. Im Blute können so grosse O-mengen nicht enthalten sein und ebensowenig kann der Überschuss der O-ausgabe über die O-aufnahme bei längerer Atmung O-armer Luft vom Blute gedeckt werden, selbst wenn man die grössten Schwankungen im O-gehalt des Blutes voraussetzt, welche ohne merkliche Störung der Lebensvorgänge angenommen werden können.

Bekanntlich hat Herr Pflüger[2]) an den Nachweis, dass Frösche in vollständig O-freier Luft noch lange leben und fort-

---

1) Sank der O-gehalt unter 13 °/₀, so trat Dispnoe ein. Dies wurde aber möglichst vermieden, um die Verhältnisse nicht zu komplizieren.

2) Pflüger's Archiv. 10. 251 ff.

fahren CO_2 zu bilden, eine Theorie angeknüpft, nach welcher die CO_2-bildung des lebenden Protoplasmas auf Kosten des „intermolekularen" Sauerstoffs vor sich geht. Die Thatsache, welche Herr Pflüger an Fröschen fand und welche später auch an pflanzlichen Geweben nachgewiesen wurde, ist von hervorragender Bedeutung. Wir haben es dabei offenbar mit einer Eigenschaft des Protoplasmas zu thun; dieselbe kann aber nicht wohl dem Protoplasma der Pflanzen und Kaltblüter allein zukommen, sondern muss dem Protoplasma aller Lebewesen zugeschrieben werden.

Wir können freilich nicht ein Säugetier oder einen Vogel in vollkommen O-freier Luft am Leben erhalten. Aber das beweist doch nur, dass die Lebenserscheinungen dieser Tiere mit einer so reichlichen O-zehrung verbunden sind, dass es einer steten O-zufuhr von aussen bedarf, wenn das Leben fortdauern soll. Erstickt man ein Säugetier durch Verschluss der Trachea, so wird bekanntlich der in den Lungen enthaltene O bis auf einen kleinen Rest vom Blute aufgenommen; das Leben dauert, wenn auch in etwas veränderter Weise fort, so lange diese O-quelle fliesst, und sogar noch kurze Zeit darüber hinaus. Es besteht also nur ein gradueller, kein prinzipieller Unterschied zwischen den höheren Lebewesen (den Homoiothermen) und den niederen (Poikilothermen und Pflanzen).

Aus meinen Versuchen geht hervor, dass ein Säugetier bei reichlich vorhandenem Sauerstoff mehr von diesem Gase aufnimmt, als es in der gleichen Zeit verbraucht, dass es dagegen bei abnorm niederem Sauerstoffgehalt aus einem im Körper verhandenen O-vorrat eine Zeit lang seinen Verbrauch unverändert erhalten kann. Dies wird verständlich, wenn man annimmt, dass irgend wo im Körper eine Substanz vorhanden sei, welche O bis zu einem gewissen Betrage im Vorrat aufzunehmen und ihn im Bedarfsfalle abzugeben vermag.

Eine solche Substanz muss sich dem O gegenüber ähnlich verhalten wie Hämoglobin. Sie bindet Sauerstoff chemisch, d. h. sie entzieht ihn der Diffusion; aber diese Bindung muss locker genug sein, um den Sauerstoff wieder zur Bildung von CO_2 und anderen festeren Oxydationsprodukten abzugeben. Stellen wir uns vor, dass die Bindung des O durch diese Substanz eine etwas

festere sei als die des Hämoglobins, so würde der Vorgang der O-atmung sich folgender Massen vollziehen. In den Lungen wird O an Hämoglobin gebunden und gelangt mit diesem in die Gewebskapillaren; hier wird der O vom Hämoglobin getrennt und tritt an jene hypothetische Substanz über, welche ihn dann zur Unterhaltung der in den Geweben sich vollziehende Oxydationsprozesse wieder abgibt.

Diese hypothetische Substanz denke ich mir als einen integrirenden Bestandteil jedes lebenden Protoplasmas. Mit anderen Worten, ich schreibe dem Protoplasma ähnliche Eigenschaften zu, wie wir sie am Hämoglobin kennen. Wo letzteres vorhanden ist, was ja nur für einen Teil der Lebewesen zutrifft, da spielt es wegen seiner noch viel grösseren Befähigung zur Aufnahme und Abgabe des O die Rolle des Vermittlers zwischen der Atmosphäre und dem Protoplasma. Es ist aber für die Lebensprozesse nicht unbedingt notwendig, da dem Protoplasma selbst die gleiche Eigenschaft zukommt[1]).

Diese dem Protoplasma zugeschriebene Eigenschaft und die Rolle, welche dasselbe bei der eigentlich charakteristischen Thätigkeit aller lebenden Substanz, der Atmung, spielt, ist im grunde nichts als eine andere Formulirung dessen, was Herr Pflüger mit seinem „intermolekularen“ Sauerstoff hat ausdrücken wollen. Indessen wissen wir von den molekularen Strukturen der das Protoplasma zusammensetzenden Verbindungen doch zu wenig, um von den Molekeln und den in ihnen sich abspielenden Vorgängen anders als in ganz allgemein gehaltenen Ausdrücken sprechen zu können. Ich ziehe es daher für meine Person vor, mich aller solcher Spekulationen zu enthalten und möchte deshalb den Sauerstoff, welcher das Blut verlassen hat um im Protoplasma die eigentlichen, die Lebensvorgänge begleitenden chemischen Prozesse zu ermöglichen, vorerst als „intracellularen“ Sauerstoff bezeichnen, da dieser Name späteren Spekulationen in keiner Weise vorgreift. Dementsprechend könnte ich das

1) Deswegen kann z. B. ein Frosch noch tagelang leben, wenn man sein ganzes Blut durch eine indifferente Flüssigkeit ersetzt hat. Tiere mit lebhafterem Stoffwechsel dagegen, welche grösserer Sauerstoffmengen bedürfen, können wohl einen grossen Blutverlust ertragen, aber sie können nicht ganz der Vermittelung des Hämoglobins entbehren.



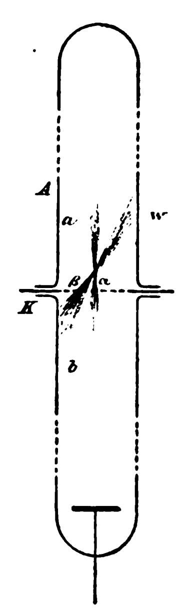
Ergebnis meiner Untersuchungen auch in den Satz fassen: **die Menge des intracellularen Sauerstoffs ist innerhalb gewisser Grenzen veränderlich. Bei reichlicher O-zufuhr kann er vermehrt werden; bei ungenügender O-zufuhr dagegen können die Lebensvorgänge in den Geweben auf Kosten des intracellaren Sauerstoffs fortgehen, vielleicht bis zur vollkommenen Aufzehrung desselben.**

Erlangen, 9. März 1898.

Kathodenstrahlen und Kanalstrahlen im Magnetfelde.

Von E. Wiedemann und A. Wehnelt.

Gelegentlich einer Reihe von Versuchen über die Eigenschaften der Kanalstrahlen hatte der eine [1]) von uns einige Beobachtungen über den Einfluss des Magneten auf dieselben angestellt und, wie Herr Goldstein[2]), keine direkte Beeinflussung gefunden, wenn ihm auch mannigfache Bewegungen der Kanalstrahlen im Magnetfeld aufgefallen waren. Im folgenden sollen einige diesbezügliche Versuche mitgeteilt werden[3]).



1) E. Wiedemann u. G. C. Schmidt; Wied. Ann. **62** p. 468. 1897.

2) E. Goldstein; Wied. Ann. **64** p. 47. 1898.

3) Mit den von Herrn Wien beschriebenen Versuchen hängen dieselben nur lose zusammen. (Wien, Sitzungsber. der physikal. Ges. Berlin 1897 und 98).

Bringt man bei dem schon zu früheren Versuchen benutzten Rohr A (Fig. 1) vor die aus siebartig durchlöchertem Aluminiumblech bestehende Kathode K nach b einen Magnet so treten in dem, in den Teil a des Rohres austretenden *Kanalstrahlenbündel* lebhafte Bewegungen auf. Ein Teil α desselben behält fast ungeändert seine Lage bei, während die Ansatzstelle eines anderen Teiles β wie die Figur zeigt verschoben wird. Dieses zweite Bündel ist gegen die Achse des Rohres geneigt, schneidet das erste Bündel in einem Punkt und trifft bei w die Rohrwand.

Betrachtet man die *Kathodenstrahlen* auf derjenigen Seite der Platte, auf der dieselben austreten, so sieht man, wie die ursprüngliche kleine kreisförmige Ansatzstelle sich zu einer Ellipse verlängert hat; ihr der Mitte der Platte zunächst gelegener Teil α hat sich nur wenig aus der ursprünglichen Lage verschoben. Die hier ansetzenden Kathodenstrahlen gehen fast senkrecht von der Platte aus und sind nur ganz wenig abgelenkt. Diejenigen Kathodenstrahlen β, die den stark verschobenen Stellen entsprechen, sind dagegen stark gekrümmt und gegen die Ebene der Platte geneigt.

Dem ersten Kathodenstrahlenbündel entsprechen die in ihrer ursprünglichen Richtung fortschreitenden Kanalstrahlen, dem zweiten Kathodenstrahlenbündel dagegen die stark verschobenen und geneigten Kanalstrahlen.

Wächst die Stärke des Magnetfeldes, so werden auch die ursprünglich wenig verschobenen Kathodenstrahlen gegen ihre ursprüngliche Richtung geneigt. Eine entsprechende Bewegung lässt sich dann auch bei den diesem Bündel entsprechenden Kanalstrahlen nachweisen.

Die in diesem Falle unter dem Einfluss der Magneten auftretenden Bewegungen in den Kanalstrahlen sind also nicht primär, sondern sekundär durch die Bewegungen der verschieden steifen Kathodenstrahlen bedingt.

Erlangen, Phys. Inst. der Univ. März 1898.

Scheinbare gegenseitige Abstossung konvergierender Kathodenstrahlenbündel.

Von E. Wiedemann und A. Wehnelt.

Herr W. Crookes glaubte gefunden zu haben, dass zwei einander parallel verlaufende resp. unter spitzem Winkel sich schneidende Kathodenstrahlen sich gegenseitig abstossen. Dass die beobachtete Erscheinung von sekundären Umständen herrührt, ist von verschiedenen Seiten gezeigt worden.

Ein Versuch, der zu demselben Ergebnis wie der des Herrn W. Crookes zu führen schien, ist vor längerer Zeit von Herrn L. Weber veröffentlicht werden. Da dieser Versuch neuerdings in den Werken der Herrn Majorana und O. Lehmann Aufnahme gefunden hat, so schien es uns nicht unzweckmässig, denselben nachzuprüfen und zu untersuchen, ob derselbe wirklich als Beweis für die Richtigkeit der Crookesschen Anschauung dienen könne.

Herr Leonhard Weber klebt auf ein stark evakuiertes, kugelförmiges Glasgefäss als äussere Elektrode eine Stanniolbelegung von nebenstehender Form (Fig. 1). Als zweite Elek-

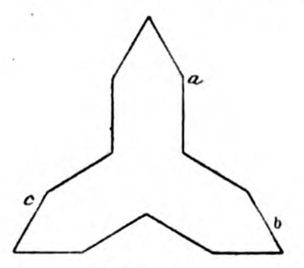


Fig. 1.

trode benützt er eine ringförmige Stanniolbelegung am Zuführungsrohr zur Kugel. Er findet, dass bei Verbindung dieser Elektroden mit einem Induktionsapparate, das von der sternförmigen

Elektrode (a, b, c Fig. 1) auf der gegenüberliegenden Glaswand entstehende Fluorescenzbild eine aufrechte und nicht eine umgekehrte Lage hat. Er folgert hieraus, dass die Kathodenstrahlen sich nicht schneiden können, sondern bis zur Mitte der Glaskugel konvergierten, sich aber dann gegenseitig abstossen und dann divergieren, wodurch ein aufrecht stehendes Fluorescenzbild entstände.

I. Benutzt wurden bei den folgenden Versuchen drei kugelförmige Glasgefässe mit den Durchmessern von 6, 5, 4 Centimetern. Dieselben waren an dasselbe mit der Quecksilberpumpe verbundene Rohr angeblasen. Als Elektroden dienten einerseits die in Fig. 1 dargestellten auch von Herrn L. Weber benutzten dreieckigen Sterne (a, b, c Fig. 1), andererseits Stanniolringe an den Zuführungsdrähten. Ausserdem war in das gemeinsame Zuführungsrohr ein Aluminiumdraht eingekittet, der als Anode benützt, reinere Erscheinungen ergab, als wenn beide Elektroden sich an der Aussenwand der Röhre befanden.

Als Stromquelle diente teils ein kleines Induktorium, teils eine 20plattige Influenzmaschine. Letztere wurde bevorzugt, da sie bei Parallelschaltung einer Funkenstrecke weit deutlichere und schönere Fluorescenzbilder als das Induktorium lieferte.

1. Bei einem Drucke von 2 mm erschien auf der dem Stern gegenüberliegenden Glaswand eine genaue Abbildung der sternförmigen Elektrode, jedoch nicht in aufrechter, sondern in umgekehrter Lage, also nicht wie Fig. 1, sondern wie Fig. 2

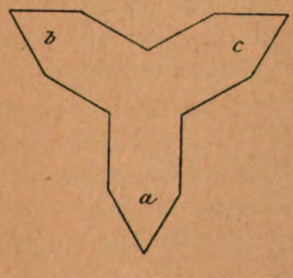


Fig. 2.

zeigt, wobei deutlich der Schnittpunkt der Kathodenstrahlen in der Mitte der Kugeln zu erkennen war. Entfernte man einen

Strahl des Sternes z. B. den rechts unten (b, Fig. 1) so fehlte in dem Fluorescenzbild der Strahl links oben (b[1] Fig. 3).

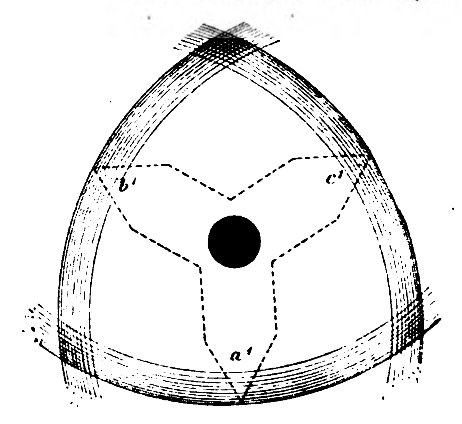


Fig. 3.

2. Bei einem Drucke von 0,4 mm war bei kleiner paralleler Funkenstrecke das Fluorescenzbild im Wesentlichen noch das Gleiche wie unter 1., nur waren die Enden des Sternes a[1], b[1], c[1], sowie die Mitte des Sternes heller und etwas breiter als die übrigen Teile. Vergrösserte man die Funkenstrecke, so gingen von den Enden des Sternes aus grün fluoreszierende Teile von Kreisbogen, wodurch das Fluorescenzbild die Form eines sphärischen Dreieckes annahm, dessen Seiten in der Mitte bei a[1], b[1], c[1] heller und breiter erschienen (Fig. 3).

In der Mitte des Dreieckes blieb ein hell leuchtender Fleck. Die Kreisbogen entsprachen den von einem von uns in Gemeinschaft mit Herrn G. C. Schmidt[1]) beobachteten, nach den Seiten divergierenden Kathodenstrahlenbündeln.

3. Bei abnehmendem Drucke bildet sich das Dreieck immer deutlicher aus, bis bei einem Drucke von 0,1 mm Hg die Begrenzungen des sphärischen Dreiecks fast völlig gleichmässig erscheinen; dadurch dass an den Ecken zwei Kreise sich schneiden, erscheinen diese Schnittstellen besonders hell.

---

1) E. Wiedemann und G. C. Schmidt. Wied. Ann. **62** p. 603 1897; vgl. auch E. Goldstein, Wied. Ann. **15** p. 254. 1882. W. Spottiswoode und J. F. Moulton Beibl. **8** p. 73.

II. Eine weitere einwandsfreie Bestätigung, dass die Kathodenstrahlen sich schneiden, lieferte ein kugelförmiges Glasgefäss, bei welchem ein kleiner, in einem Ansatzrohr liegender gerader Eisendraht durch einen Magnet beliebig weit in den Gang der Strahlen geschoben werden konnte. Visierte man vom Ende des Schatten des Eisenstabes, der sich auf der Glaswand abbildete, über das Ende des Stabes nach der Elektrode, so sah man deutlich, dass die von den verschiedenen Stellen ausgehenden Kathodenstrahlen sich kreuzen.

III. Aus obigen Versuchen, sowie aus vielen anderen früheren geht unzweifelhaft hervor, dass die Kathodenstrahlen einer Hohlkathode sich schneiden. Die Beobachtungen des Herrn L. Weber lassen sich in zweierlei Art erklären. Entweder hat er sich durch die Lage des bei starker Verdünnung entstehenden sphärischen grünen Dreieckes täuschen lassen; die Ecken desselben liegen allerdings mit den Ecken des von ihm beobachteten dreieckigen Sternes identisch und erscheinen besonders bei Anwendung des Indukoriums als Stromquelle oft recht hell; es ist aber auch nicht ausgeschlossen, da bekanntlich der Schnittpunkt der Kathodenstrahlen mit abnehmendem Drucke von der Kathode fortrückt, dass unter geeigneten Versuchsbedingungen der Schnittpunkt der Kathodenstrahlen ausserhalb der Kugel liegt und dadurch vielleicht ein verkleinertes aufrechtes Bild entstehen kann.

Aus den mitgeteilten Versuchen folgt also, dass auch die von Herrn L. Weber beschriebenen Versuche nicht als Stütze dafür dienen können, dass sich kreuzende Kathodenstrahlen sich gegenseitig abstossen können.

Wir haben noch zahlreiche andere Versuche mit Hohlkathoden bestehend aus Hohlkugeln, gegeneinandergeneigten ebenen Platten u. s. f. angestellt; bei allen tritt ein Schneiden der Kathodenstrahlen ein, wie man sich auf einem Kreideschirm durch die Schattenbilder von in dem Weg der Strahlen befindlichen Stäben überzeugen kann. Bei der Deutung der Erscheinungen darf aber nicht vergessen werden, dass die von einem Teil einer Kathode ausgehenden Strahlen an einem andern Teil derselben deflektiert werden. Eingehendes soll darüber demnächst veröffentlicht werden [1]).

Erlangen, Phys. Inst. der Univ. März 1898.

1) Vgl. auch E. Goldstein; Wied. Ann. 15 254 p. 82.

Kathodenstrahlen als Strombahn.

Von E. Wiedemann und A. Wehnelt.

Von verschiedenen Seiten ist gezeigt worden, dass an der Kathode und vor allem im dunklen Kathodenraum der positiven Entladung sich ein grosser Widerstand entgegenstellt: dass an einer in den dunkelen Raum eindringenden, bis auf die Spitze isolierten Anode das positive Licht sich umbiegt. Dabei werden die Kathodenstrahlen zu einem Hohlzylinder auseinandergedrängt und zwar von den sich an der die Anode umhüllenden Glasröhre ausbildenden sekundären dunklen Räumen.

Der Einfluss der Auseinanderdrängung des Kathodenstrahlenbündels auf das Entladungspotentiale ist von dem einen [1]) von uns eingehend untersucht worden.

Die bisherigen Versuchsresultate drängen die Vermutung auf:

Dass der Ausgleich der Elektrizitäten durch den dunklen Raum an den von den Kathodenstrahlen durchsetzten Stellen desselben erfolgt, diese also gleichsam hier die Bahn für den Strom liefern, wenn sie auch in ihrem weiteren Verlauf nicht den Strom führen.

Diese Ansicht wurde in zweierlei Weise geprüft.

1. Ein Rohr, R von 4 cm Weite enthielt eine kreisförmige Kathode K von 2,8 cm Durchmesser. Der Zuführungsdraht b derselben war in einem Schliff eingekittet, um die Kathode um b als Längsachse in jede gewünschte Lage drehen zu können. Die Anode a bestand aus einem bis zur Spitze mit Glas umgebenen Draht. Der Abstand zwischen Anode und Kathode betrug 1,7 cm. Die positive Elektrode wurde mit einem Righischen Elektrometer verbunden.

Es möge genügen, von den ausgeführten Messungen nur eine mitzuteilen. Betrug das Entladungspotential, wenn die

---

1) A. Wehnelt, Inauguraldissertation Erlangen 1898.

Platte senkrecht zur Verbindungslinie von a und K stand, wobei keine Kathodenstrahlen zur Anode gelangten, 8000 Volt, so sank

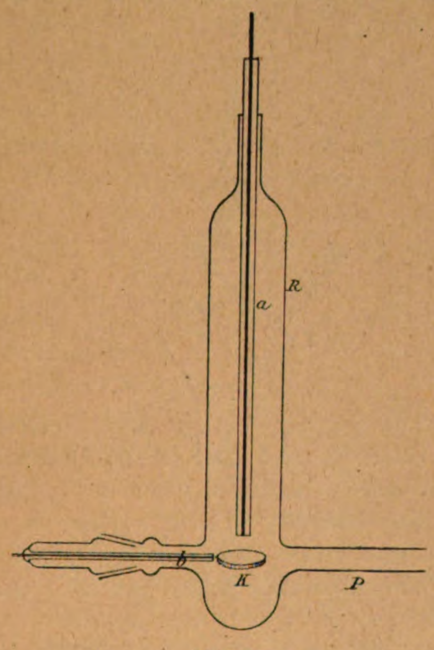


Fig. 1.

dasselbe auf 6000 und weniger Volt, wenn die Platte so geneigt wurde, dass die Kathodenstrahlen die Anode trafen Schon der blosse Augenschein zeigte, dass beim Auftreffen der Kathodenstrahlen auf die Anode die Entladungsform sich änderte. Während vorher kein positives Licht zu erkennen war, trat bei Bestrahlung durch die Kathodenstrahlen aus der Anode wieder geschichtetes positives Licht.

Ein stets vorhandener Ton stieg dabei entsprechend der Vermehrung der Zahl der Entladungen infolge der Potentialerniedrigung stark in die Höhe.

War die Anode auf einer Seite durch einen Glimmerschirm g vor Bestrahlung durch die Kathodenstrahlen geschützt (Fig. 2), so trat, wenn die Kathode die Lage α hatte, keine Änderung des Potentiales ein, wohingegen bei Lage β das Potential wie oben um circa 2000 Volt und mehr sank.

2. Lenkte man statt durch Neigen der Kathode durch einen Magneten die Kathodenstrahlen auf die Anode, so sank auch hier das Entladungspotential annähernd um den obigen Betrag.

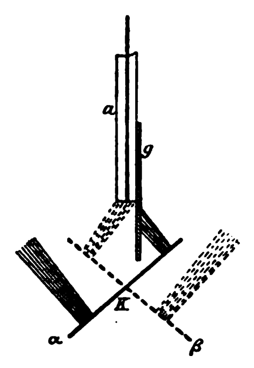


Fig. 2.

3. Weiter wurde geprüft, ob von aussen einfallendes ultraviolettes Licht oder Röntgenstrahlen das Entladungspotential wesentlich herabsetzen, wenn die Anode in dem dunkelen Kathodenraum sich befindet. Dazu wurden in einem cylindrischen Rohre auf zwei übereinander befindliche seitliche Stutzen eine dünne Aluminiumplatte und eine Quarzplatte gekittet; und die beiden Elektroden erst vor das eine, dann vor das andere Fenster gestellt. Sowohl wenn durch das Aluminiumfenster X-Strahlen, also auch, wenn durch das Quarzfenster die ultravioletten Strahlen des Lichtbogens auf die Elektroden trafen, war keine merkliche Änderung des Entladungspotentiales zu beobachten.

Aus den Versuchen folgt: Unabhängig von etwa vorhandenem ultraviolettem Licht oder Röntgenstrahlen setzen Kathodenstrahlen, die die Kathode mit der im dunkelen Raum befindlichen Anode verbinden, das Entladungspotential stark herab.

Dadurch dürfte die oben ausgesprochene Vermutung eine wesentliche Stütze erhalten haben.

Erlangen, Phys. Inst. der Univ. März 1898.

Einfluss der Luminescenz der Antikathode auf Aussendung der Röntgenstrahlen.

Von W. Arnold.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit hat Herr W. Kaufmann[1]) vergleichende Studien über das Emissionsvermögen einiger Metalle für die Röntgenstrahlen veröffentlicht. Die von ihm angegebene Methode schien mir besonders geeignet zur Entscheidung der Frage, ob die Fluorescenz der Antikathode einen hemmenden oder fördernden Einfluss auf die Emission der Röntgenstrahlen besitzt. Ebenso wie Kaufmann bei den Metallen, so setzte ich die Antikathode aus einer fluorescierenden und nicht fluorescierenden Platte zusammen und entwarf durch eine Lochkamera ein Bild auf eine photographische Platte. Eine einwandfreie Beantwortung der oben erwähnten Frage liess sich nur gewinnen, wenn man den gleichen oder doch nur wenig veränderten Körper im luminescierenden und nicht luminescierenden Zustande untersucht. Dazu eigneten sich in hervorragendem Maase die festen Lösungen, da man bekanntlich das feste Lösungsmittel, ohne dass seine Dichte verändert wird, durch kleine Zusätze anderer Körper zur schönsten Fluorescenz bringen kann.

Ich habe so die Antikathode zusammengesetzt aus zwei Halbcylindern, die durch Pressung der Substanz gewonnen waren und zwar von reinem $CaSO_4$ und solchem mit Zusatz von $MnSO_4$ — und $CuSO_4$. — Ferner von reinem $ZnSO_4$ und solchem mit Zusatz von $MnSO_4$, reinem $SrSO_4$ und solchem mit Zusatz von $MnSO_4$, reinem $CaSO_4$ und mit Zusatz von $CuWO_4$ — reinem CaS und mit Zusatz von CuS, ZnS, MnS oder WS, ferner einer grösseren Reihe von anderen unter den Kathoden-

1) W. Kaufmann, Physik. Gesellschaft z. Berlin, 16. 7. 1897. p. 116.

strahlen untersuchten reinen Lösungsmitteln mit und ohne Zusätze.

In allen Fällen ergab sich kein Unterschied in der photographischen Wirkung der von der Antikathode ausgehenden Röntgenstrahlen, so dass in diesen Fällen eine Luminescsenz ohne Einfluss ist. Es könnte dieses Resultat zunächst überraschend erscheinen, da ja bei den luminescierenden Körpern ein Teil der auffallenden Kathodenstrahlen in Leucht-Energie umgewandelt wird. Wir wissen aber durchaus nicht, ob dies auf Kosten der in den Röntgenstrahlen umgewandelten Energie geschieht. Es darf auch nicht vergessen werden, dass die Gesamt-Energie der Röntgenstrahlen nach Dorn[1]) eine sehr kleine ist, worauf schon ihre geringe erwärmende Kraft hinweist.

Anm. Bei dieser Gelegenheit möchte bemerken, dass ich mit der Röhre nach der Anordnung von E. Wiedemann und G. C. Schmidt[2]) zur Erzeugung von Kanalstrahlen dieselben Resultate wie mit der früher benutzten erhalten habe; ich halte die neue Anordnung für die bequemere, da die Kanalstrahlen als ein ganz feines Bündel austreten.

Herrn Borgmann[3]) ist es gelungen, im Gegensatz zu meinen Versuchen[4]) mit $CaSO_4 + MnSO_4$ die durch Kathodenstrahlen erregt waren Becquerel-Strahlen zu erhalten; erneute Versuche meinerseits mit stark erregtem Salze und höchst empfindlichen Platten (nach Max Levy doppelt belegt) ergaben mir wieder das frühere negative Resultat.

1) E. Dorn, Wied. Ann. **63** p. 160. 1897.
2) E. Wiedemann u. G. C. Schmidt, Wied. Ann. **62** p. 468. 1897.
3) W. Arnold, Wied. Ann. **61** p. 313. 1897.
4) Borgmann, Comt. rend. **124** p. 895. 1897; Beibl. **21** p. 657.
5) Arnold, Wied. Ann. **61** p. 322. 1897.

Über die einfachen Kathodenstrahlen von Deslandres.

Von E. Wiedemann.

Lässt man ein von einer Kathode ausgehendes Kathodenstrahlenbündel an einer zweiten Kathode vorübergehen, so wird es nach E. Goldstein durch Deflexion in einen Strahlenfächer auseinandergelegt.

Diese Erscheinung ist von H. Deslandres eingehend untersucht und bestätigt worden. Er erhält eine grosse Schar von voneinander getrennten Kathodenstrahlen und nennt die entstehenden einzelnen Kathodenstrahlen einfache Kathodenstrahlen. Bei seinen Versuchen blendet er meist aus einem grösseren Bündel einen Teil durch einen Spalt aus, den er an einem Draht vorbeischickt. Da nach den Versuchen von E. Goldstein die Fähigkeit Kathodenstrahlen abzulenken und die Starrheit der von ihr ausgesandten Kathodenstrahlen (das deflektorische und das deflexive Vermögen) Hand in Hand gehen, so folgt zunächst aus den Versuchen von Deslandres, bei denen ein aus einzelnen Strahlen bestehender Fächer entstand, *nur* dass die die Deflexion bedingenden Vorgänge nicht zeitlich den gleichen Verlauf haben wie diejenigen, welche die Aussendung der Kathodenstrahlen hervorrufen. Mit Benutzung des Resultates von Kaufmann und Aschinass kann man auch sagen, das Potentialgefälle an der die Kathodenstrahlen aussendenden Kathode ändert sich in anderer Weise mit der Zeit als dasjenige an der ablenkenden.

In manchen Fällen, bei besonders regelmässigen Entladungsvorgängen, hat H. Deslandres auch einen einzigen deflektierten Strahl gefunden, den er als einfachen Strahl bezeichnet. Indes braucht dieser nicht wirklich einfach zu sein, sondern kann aus einer Superposition ganz verschiedener Strahlen bestehen, falls nur die Vorgänge an beiden Kathoden genau parallel verlaufen.

Aus der obigen Auffassung erklärt sich auch das zunächst überraschende Resultat von H. Deslandres, dass die magnetische Einwirkung von den am schwächsten deflektierten Strahlen zu den stärker deflektierten erst zu- und dann wieder abnimmt, eventuell noch einmal zu- und dann wieder abnimmt. Die verschiedene Deflexion giebt eben keinen unmittelbaren Anhaltspunkt über die Beschaffenheit der Strahlen, da sie auch von der deflektierenden Kathode abhängt.

Systema Tinearum

Europam mediam incolentium[1])

auctore

Arnoldo Spuler

Philos. et med. Dre, Docente in universitate Friderico-Alexandrina Erlangensi.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 9. Mai, zum Druck eingereicht am 9. Mai 1898.)

TINEAE.

A. Tineae inaculeatae.

Fam. I. Choreutidae.

Subfam. 1. **Choreutinae.**

Choreutis Hb.

Simaethis Leach.

Subfam. 2. **Glyphipteryginae.**

Rhipismia Wk.

Glyphipteryx Hb.

Subfam. 3. **Douglasinae.**

Tinagma Z.

Douglasia Stt.

Fam. II. Ochsenheimeridae.

Ochsenheimeria Hb.

---

1) Tinearum systema his quattuor annis elaboratum generum enumeratione hoc loco edo; quae formarum distributio quibus de causis recta mihi videatur, alio loco explicare brevi in animo habeo. — — Quorum generum alas squamis denudatas perlustrandi facultas mihi non erat, nomina lunulis, ( ), generum, quae non sustinenda mihi videntur, uncinis, [ ], sunt inclusa.

Fam. III. **Cossidae**[1]).

Endagria B. .
Stygia Latr.
Hypopta Hb.
Phragmatoecia Newman.
Zeucera Latr.
Cossus F.

Fam. IV. **Tortricoidae.**

Subfam. 1. **Tortricinae**[2]).

Dichrorhampha Gn.
Grapholitha Tr.
Retinia Gn.
Teras Tr.
Conchylis Tr.
Phtheochroa Steph.
Olindia Gn.
Sciaphila Tr.
Doloploca Hb.
Tortrix Tr.
Cheimatophila Steph.
Exapate HS.

Subfam. 2. **Chimobacchinae.**

Dasystoma Curt.
Chimobacche Z.

Fam. V. **Gelechiidae.**

Subfam. 1. **Depressarinae.**

a)
Semioscopis Hb.
[Epigraphia Steph.]
Psecadia Hb.
Exaeretia Stt.
Depressaria Hb.

---

1) Cossidarum stirpem sequuntur Cochliopodae, Zygaenidae ac Syntomidae, Sesias ex eodem quoque ortas puto.

2) Tortricinarum subgenerum atque specierum systema elaborandi non mihi erat otium. Ac tamen non dubito, quin, si denuo principiis, quae his in studiis secutus sum, perlustrentur, mutetur funditus non generum solum, sed etiam specierum distributio.

b)

Rhinosia Tr.
Ceratophora Hein.
Brachycrossata Hein.
Cladodes Hein.
Symmoca Hb.
Mesophleps HS.
Sophronia Hb.
(Gonia Hein.)
Euteles Hein.
Anarsia Z.
Nothris Hb.
Hypsolophus F.

c)

Pleurota Hb.
Henicostoma Steph.
Holoscolia Z.
Topeutis Hb.
Carposina HS.
Anchinia Hb.
Hypercallia Steph.
Aplota Steph.
Protasis HS.
(Cacochroa Hein.)
Carcina Hb.
Lecithocera HS.

Subfam. 2. **Oecophorinae.**

Harpella Schrk.
Dasycera Hb.
Oecophora Z.
Endrosis Hb.
Oecogonia Stt.
Heliodines Stt.
Chrysoclista Steph.
Augasma HS.

Subfam. 3. **Gelechiinae.**

Tachyptilia Hein.
Acanthophila Hein.
Poecilia Hein.

Brachmia Hein.
Recurvaria HS.
Chelaria Hw.
Parasia Dup.
Cleodora Curt.
Sitotroga Hein.
Psoricoptera Stt.
Gelechia Z.
Lita Tr.
Bryotropha Hein.
Teleia Hein.
Xystophora Hering.
Lamprotes Hein.
Anacampsis Curt.
Monochroa Hein.
Nanodia Hein.
Apodia Hein.
Ptocheuusa Hein.
Ergatis Hein.
Argyritis Hein.
Megacraspedus Z.

Fam. VI. **Lavernidae.**

Subfam. 1. **Laverninae.**

a)
Pancalia Curt.
Stagmatophora HS.

b)
Mompha HS.
Ascalenia Wk.
Laverna Curt.
Tebenna HS.
Limnaecia Steph.

Subfam. 2. **Psacophorinae.**

Cyphophora HS.
Psacophora HS.

Subfam. 3. **Cosmopteryginae.**

Heinemannia Wk.
Spuleria Hofm. aurifrontella Hb.

Batrachedra Stt.
Pyroderces Z.
Stathmopoda Stt.
Cosmopteryx Hb.

Fam. VII. **Coleophoridae.**

Metriotes HS.
Coleophora Z.

Fam. VIII. **Gracilaridae.**

Subfam. 1. **Gracilarinae.**

Gracilaria Z.
Coriscium Z.
Ornix Z.

Subfam. 2. **Lithocolletinae.**

Lithocolletis Z.
Bedellia Stt.
Bucculatrix Z.

Fam. IX. **Oenophilidae.**

Oenophila Steph.

Fam. X. **Cemiostomidae.**

Subfam. 1. **Cemiostominae.**

Cemiostoma Z.

Subfam. 2. **Phyllocnistinae.**

Phyllocnistis Z.

Fam. XI. **Lyonetidae.**

Phyllobrostis Stgr.
Lyonetia Hb.
Opostega Z.

Fam. XII. **Elachistidae.**

Stephensia Stt.
Scirtopoda Wk.
Perittia Stt.
Elachista Stt.
|Poeciloptilia (HS.) Wk.|

Fam. XIII. **Butalidae.**

Subfam. 1. **Chauliodinae.**

Heydenia Hofm.

Aechmia Stt.
Chauliodus Tr.
Ochromolopis Hb.
Schreckensteinia Hb.

Subfam. 2. **Butalinae.**

Amphisbatis Z.[1])
Butalis Tr.

Fam. XIV. **Hyponomeutidae.**

Subfam. 1. **Hyponomeutinae.**

a)
Reuttia (Spul.) Hofm. subocellea Steph.
Blastobasis Z.
Hypatima HS.

b)
Atemelia HS.
Calantica Z.

c)
Wockea Hein.
Scythropia Hb.
Herrichia (Rtti.) Stgr.
Prays Hb.
Hyponomeuta Latr.
Swammerdamia Hb.

Subfam. 2. **Argyresthinae.**

Hofmannia Wk.
Zelleria Steph.
Argyresthia Hb.
Cedestis Z.
Ocnerostoma Z.

Subfam. 3. **Plutellinae.**

a)
Cerostoma Latr.
Theristis Hb.

b)
Plutella Schrk.

c)
Eidophasia Steph.

---

1) locum, in quem potius hoc genus ponendum sit, reperire non possum.

Fam. XV. **Acrolepidae.**

Acrolepia Curt.

Fam. XVI. **Tineinae.**

Subfam. 1. **Blabophaninae.**

Blabophanes Z.

Subfam. 2. **Tineinae.**

Tineola HS.
(Myrmecozela Z.)
Tinea Z.
Ateliotum Z.
(Morophaga HS.).
Scardia Tr.
Euplocamus Latr.

Subfam. 3. **Lypusinae.**

Xysmatodoma Z.
Diplodoma Z.
Melasina B.
Lypusa Z.
(Psilothrix Stgr.)

Subfam. 4. **Teichobiinae.**

Teichobia HS.

Fam. XVII. **Psychidae.**

Subfam. 1. **Talaeporinae.**

a)
Talaeporia Hb.
Solenobia Z.
Fumea Hb. (p. pte.)
Bijugis. Heylaerts.

b)
Epichnopteryx Hb.
Cochlophanes Stgr.

Subfam. 2. **Psychinae.**

Psyche Schrk.

B. Tineae aculeatae.

Fam. I. **Incurvaridae.**

Subfam. 1. **Phylloporinae.**

Phylloporia Hein.
Meessia (Spul.) Hofm. **vinculela** HS.

Subfam. 2. **Incurvarinae.**

Incurvaria Hw.
Lampronia Steph.
Nemophora Hb.

Subfam. 3. **Adelinae.**

Adela Latr.
Nematois Hb.
Roeslerstammia Z.

Subfam. 4. **Eriocottinae.**

Eriocottis Z.

Fam. II. **Tischeriidae.**

Subfam. 1. **Heliozelinae.**

Antispila Hb.
Heliozela HS.

Subfam. 2. **Tischeriinae.**

Tischeria Z.

Fam. III. **Nepticulidae.**

Nepticula Z.
Trifurcula Z.

Fam. IV. **Crinopterygidae.**

Crinopteryx.

Fam. V. **Micropterygidae.**

Micropteryx Hb.

Fam. VI. **Eriocephalidae.**

Eriocephala Curt.

C. **Epialidae**[1]).

Epialus F.

---

1) Epialidas non in Tinearum aculeatarum numero habendas, immo isolari eas oportere multis de causis putamus.

Über den Einfluss von Harnstoffsalicylat auf Harnsäureausscheidung und Diurese.

Von Hans Stadler.

Aus dem physiologischen Institut zu Erlangen.

Nach dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse spielt unter den Stoffwechselprodukten des menschlichen Organismus, wie sie im Harn auftreten, neben dem Harnstoff die Harnsäure eine hervorragende Rolle.

Chemisch synthetisch erscheint sie, nach der gegenwärtig geltenden Auffassung, als das Diureid der Trioxyakrylsäure, im Körper entsteht sie als Abbauprodukt des Zelleiweisses, und zwar, wie *Horbaczewski* es wahrscheinlich gemacht hat, aus dem Nuklein der Zellkerne. Die Zellen aller Gewebe, sowie die zelligen Elemente von Blut und Lymphe bilden bei ihrem Stoffwechsel Harnsäure als Abfallprodukt. Jedoch erscheint nicht alle im Körper gebildete Harnsäure im Harn: der Teil der Harnsäure, welcher aus den der Leber ihr Blut zuführenden Stromgebieten stammt, wird in der Leber zu Harnstoff umgewandelt, zur Ausscheidung im Harn kommt nur die Harnsäure jener Gewebe, deren Blutgefässsystem nicht mit dem der Pfortader in direkter Verbindung steht.

Die Harnsäure ist im Körper wie im Harn nicht frei, sondern als Doppelverbindung des zweifach harnsauren Natriums mit neutralem Natriumphosphat *(E. Pfeiffer)*, vielleicht auch als Natriumtetraurat (*Roberts*), und zwar vollkommen gelöst, vorhanden. Die tägliche Menge, in der sie durch den Harn abgeschieden wird, ist abhängig von der Grösse der jeweiligen Eiweisszufuhr, von dem Ausmass der Verbrennung von Körpereiweiss (bei körperlichen Anstrengungen z. B.), sie schwankt ausserdem individuell; im Durchschnitt beträgt sie 0,4—1,0 g.

Die Harnsäure ist also, und zwar als Salz von ganz bestimmter Konstitution, ein normales Stoffwechselprodukt des menschlichen Organismus; desgleichen sind ihre Abscheidungsmengen bis zu 1 g für 24 Stunden ganz normal.

Störungen in dieser physiologischen Form und Menge der Harnsäureproduktion und -ausscheidung treten bei verschiedenen Krankheiten auf. Unter diesen ist die bekannteste und wichtigste die Gicht, Arthritis urica.

Das Wesen der Gicht ist nicht klar. Trotz der grössten Verschiedenheiten der Anschauungen steht jedoch ein Punkt ausser Diskussion: die Harnsäure ist bei der Gicht in irgend einer Weise beteiligt.

Nach einer heute sehr verbreiteten Auffassung *(Roberts* und *Emil Pfeiffer)* ist die Rolle der Harnsäure bei der Gicht die:

Während normaler Weise die Harnsäure in ihren Verbindungen, sowohl wie sie im Gesamtkörper gebildet, als wie sie in den Nieren ausgeschieden wird, vollständig gelöst ist, und die täglichen Mengen, in denen sie im Harn erscheint, sehr gleichmässig sind und zu den im Körper produzierten Massen im Verhältnis stehen, ist die Harnsäure des Gichtkranken resp. ihre Verbindungen unlöslich oder schwerlöslich, und in ihren Mengenverhältnissen, in Produktion wie in Ausscheidung, herrschen grosse Schwankungen; ausserdem fehlt der notwendige Ausgleich zwischen Produktion und Exkretion. Jedoch ist weniger die Quantität der bei der Gicht auftretenden Harnsäure noch das Missverhältnis zwischen ihrer Bildungs- und ihrer Ausscheidungsgrösse das charakteristische, vielmehr ist der Nachdruck zu legen auf die abnorme Schwerlöslichkeit bezw. Unlöslichkeit der „Gicht"-harnsäure resp. ihrer Verbindungen.

In dieser allgemeinen Fassung sind die für die Gicht typischen Störungen der normalen Harnsäureverhältnisse den beiden Formen der Gicht, dem akuten Anfall und der chronischen Form, der harnsauren Diathese, gemeinsam; im speziellen aber ist es geraten, hinsichtlich Genese und Therapie akute Gicht und chronische Gicht gesondert abzuhandeln.

Die Entstehung des akuten Gichtanfalls ist nach unseren gegenwärtigen Anschauungen folgende:

Unbekannt aus welcher Ursache werden im Körper ganz allmählich geringe Mengen unlöslicher Harnsäure an einer um-

schriebenen Stelle, gewöhnlich im Metatarsophalangealgelenk der grossen Zehe, abgelagert. Diese Harnsäureablagerungen kommen aus nicht näher bekannten Gründen zur Lösung, und zwar in Form einer Verbindung, wahrscheinlich Natrium biuricum, welche die sensibeln Nerven der betreffenden Stelle und überhaupt die Gewebe, in denen die Harnsäurekonkretionen gelegen haben, reizt. Diese Reizzustände äussern sich einerseits als Schmerz, andererseits als reaktive Entzündung mit ihren hier nicht näher zu erörternden Erscheinungen. Jedenfalls ist also der Harnsäuregehalt aller Gewebe, ohne „Symptome zu machen", langsam über die Norm gestiegen und hat schliesslich an einer bestimmten Stelle, ganz allgemein gesprochen, eine Situation geschaffen, die zu Reizzuständen geführt hat. Diese Abnormitäten im Stoffwechsel des Organismus äussern sich in einer analogen Veränderung des Harns: erstens ist die Harnsäuremenge gesteigert, zweitens ist die Verbindung, in der die Harnsäure im Harn erscheint, entgegen der Norm das doppeltharnsaure Natrium.

Die Therapie des akuten Gichtanfalls erstrebt demnach zweierlei:

1. soll der augenblickliche Harnsäureüberschuss beseitigt und die Reduktion der Harnsäuremenge auf die Norm dauernd gemacht werden;
2. sollen die schmerzerregenden und die Gewebe zu reaktiver Entzündung reizenden Harnsäureverbindungen, also vor allem das Natr. biuric., im Organismus gespalten und die dadurch frei werdende Harnsäure in die normalen „ausscheidbaren" Verbindungen übergeführt werden.

Wir sehen von der Besprechung der sehr wichtigen mechanischen, diätetischen und balneotherapeutischen Behandlung des akuten Gichtanfalls hier ab, in den Rahmen der vorliegenden Arbeit schlägt vor allem die medikamentöse Therapie ein.

Es ist eine ganze Reihe von Mitteln, welche gegen den Gichtanfall, und zwar vornehmlich gegen die Schmerzen desselben, im Lauf der Zeit empfohlen worden oder noch gebraucht sind.

Die eine Indikation allein, das Natr. biuric. in den „ausscheidbaren" Zustand überzuführen, scheint Salzsäure in grossen Dosen zu erfüllen.

Beiden Indikationen, die Ausscheidungsmenge der Harnsäure zu erhöhen und die Bildung „freier" Harnsäure im Orga-

nismus zu begünstigen, genügen von den bekannten Medikamenten Salicylsäure, namentlich salicylsaures Natrium (nach *Talamon*, *Lecorché*, *Haig*, *E. Pfeiffer*), Antipyrin, Salol, Phenokoll, Natrium phosphoricum (*Haig*).

Die Schmerzhaftigkeit wird aber oft durch die indirekt schmerzstillende Einwirkung der genannten Medikamente nicht beseitigt; man muss dann zu den direkt die sensibeln Nerven beruhigenden, Schlaf erzeugenden Mitteln greifen, zu Narcoticis, wie Opium und Morphium.

Den Übergang zu den Narcoticis scheinen der Art ihrer Einwirkung nach zu bilden Phenacetin und besonders Colchicum (*Gubler*, *Lecorché*, *Haig*).

Eine Anzahl Arzneimittel ist schliesslich empfohlen resp. versucht worden, ohne sich jedoch sonderlich einzubürgern, und ohne dass bei allen ihr chemischer Einfluss auf die arthritischen Stoffwechselanomalien sicher aufgeklärt wäre. Wir nennen Chinin (*Chittenden*), Thallin (*Robin*), Eisen, Blei (*Haig*), Alkohol (*v. Jaksch*), Sauerstoffinhalationen (*Krafft*), Glycerin (*Horbaczewski* und *Canera*), Sarkosin (*Schultzen*, *Senator*).

Die chronische Form der Gicht beruht auf folgendem (*E. Pfeiffer*): Die in einem akuten Gichtanfall zuerst zum Ausdruck gekommene Überproduktion von Harnsäure hält an: die Änderung der Richtung, welche die Thätigkeit der Zellen inbezug auf das Ausmass der Harnsäureproduktion erfahren hat, wird von den Zellen festgehalten, ohne dass trotz Vermehrtseins der Harnsäureausscheidung die Eliminierung dieses Überschusses von Harnsäure Schritt hält mit ihrer Produktion.

Die Folge dieses Missverhältnisses zwischen Harnsäureproduktion und Harnsäureausscheidung zu ungunsten der letzteren ist ein kontinuierliches Anschwellen der gelösten Harnsäuremengen, resp. ihrer (normalen) Salze in den Geweben und im Blut. Durch diese stete Zunahme der Mengen der Harnsäureverbindungen, vor allem der normalen Doppelverbindung von Natriumbiurat mit Natriumphosphat ergiebt sich aber eine Alteration des normalen Verhältnisses der Menge der Harnsäure zu der der im Körper kreisenden Karbonate. Es kommt der Punkt, wo die Menge der in den Säften vorhandenen gelösten Harnsäureverbindungen, also vor allem der Natr. biuricum - Natr. phosphoricum = Doppelverbindungen, den Prozentsatz übersteigt, bis zu

welchem sie bei Gegenwart der Karbonate gelöst bleiben können: das doppeltharnsaure Natrium + phosphorsaure Natrium spaltet sich unter der Einwirkung der kohlensauren Salze, die ungepaarten Harnsäureverbindungen = Urate fallen aus und bilden die für die chronische Gicht charakteristischen Uratablagerungen und Tophi.

Diese Ausfällung ungepaarter harnsaurer Salze wird zudem begünstigt durch eine weitere Veränderung, die Veränderung des normalen Mengenverhältnisses der Harnsäure zu der Menge des freien neutralen Natriumphosphats in den Körpersäften. Die normalerweise im Blut vorhandene Menge des neutralen phosphorsauren Natriums sinkt (s. u.), die Menge der Harnsäure steigt; das normale Mengenverhältnis zwischen beiden ändert sich: was an Harnsäure über das normale Prozentverhältnis zwischen Harnsäure und neutralem Natriumphosphat hinausgeht, wird frei und fällt aus.

Es handelt sich also bei der chronischen Gicht zunächst um eine anhaltende abnorme Höhe der Bildung von Harnsäure; solange das vorhandene Material von neutralem Natriumphosphat ausreicht, um sie in Lösung zu halten, zirkuliert dieser Überschuss von Harnsäure im Blut in der normalen Verbindung, bald aber fehlt infolge Mangels an Phosphat die (physiologisch postulierte) Bindungsweise dieses Übermasses.

Die Aufgabe der Therapie ist demgemäss,

1. den Überschuss an sog. „freier" Harnsäure zu neutralisieren, d. h. in die normalen löslichen Verbindungen überzuführen,
2. die Ausscheidung der so gelösten Harnsäure zu unterstützen.

Beide Forderungen werden erfüllt durch bestimmte mechanisch- und diätetisch-therapeutische Massnahmen, durch Alkalien und durch Diuretica.

Von der wichtigen diätetischen und mechanischen Therapie der chronischen Gicht wollen wir an dieser Stelle absehen, es soll uns hier nur ihre medikamentöse Behandlung beschäftigen.

Wie erwähnt, besteht eine merkwürdige Abhängigkeit der Löslichkeit der normalen Natriumphosphat - Natriumbiuratverbindung bezw. des Natriumtetraurats von dem Verhältnis ihrer Menge zu der des neutralen Natriumphosphats in den Körpersäften; überschreitet

die Menge dieser normalen Harnsäuresalze das physiologische Prozentverhältnis zum Na_3PO_4, so wird Harnsäure frei. Begünstigend wirkt auf die Bildung dieses Missverhältnisses die Tendenz der Säuren des Körpers, das neutrale Natriumphosphat zu zerstören.

Die Alkalien nun, insbesondere die kohlensauren Alkalien, in reichlichen Mengen zugeführt, sichern erstens die vorhandenen Bestände des Na_3PO_4; zweitens ermöglichen sie durch ihre Gegenwart die Bildung von neutralem Natriumphosphat aus den sauren Phosphaten; indem drittens die kohlensauren Alkalien, wie auch die kohlensauren Erden, die bei der Verdauung entstehenden sauren Produkte sofort neutralisieren, werden die neutralen Phosphate der Nahrung, die sonst immer in Gefahr sind, von den Säuren des Magens zerlegt zu werden, als solche in den Körper aufgenommen.

Das wesentliche der Wirkung der Alkalien ist also ihr Bindungsvermögen für Säuren und damit der Schutz des für das Gelöstbleiben der Harnsäure so wichtigen neutralen Natriumphosphats. Ferner aber liefern die zugeführten Alkalien das nötige Material für die Bildung harnsaurer Alkalisalze und verbessern damit die Chancen für die notwendige Erhöhung der ausscheidbaren Harnsäuremengen über die Norm: in der That ist bei Gebrauch von Alkalien sämtliche im Harn auftretende Harnsäure in der normalen Weise gebunden; und zum letzten lassen sich die Alkalien als natürliche alkalische Mineralwässer in einer Form verabreichen, dass der ganze Körper reichlich von Flüssigkeit durchspült wird, dass also auch die für die Ausscheidung der Harnsäure so wichtige Diurese angeregt wird.

Diese Form der Anwendung der Alkalien, d. h. die Verordnung von Mineralwässern ist wohl die üblichste und wirklich auch bewährteste. Ihre Verabreichung als stärkere künstliche Lösungen und besonders als Pulver ist in gewisser Weise kontraindiziert. Da nämlich die Einführung der Alkalien in dieser Form eine verhältnismässig grosse Ungleichheit in der Resorption der Alkalisalze mit sich bringt, so kann die Blutalkalescenz plötzlich und örtlich erhöht werden; in stärker alkalischen Harnsäurelösungen bilden sich aber leicht Niederschläge von schwerlöslichen harnsauren Salzen, und einmal vorhandene derartige Harnsäurekonkretionen sind in alkalischen Solutionen um so

weniger löslich, je grösser die Menge Alkali ist, die die Körpersäfte gelöst enthalten.

Immerhin ist auch diese Art der Verabreichung von Alkalien viel in Gebrauch; vor allem die Natriumsalze: Natr. carbonic. bezw. bicarbonic., acetic., phosphoric., boric., sulfuric., chloric., benzoic. Geringer scheint die Wirkung des Lithium carbonic. und der Kalisalze, z. B. des Kal. carbonic. Auch Jodkalium gehört hierher, insofern nach *Haig* das wirksame Agens in diesem Salz nicht das Jod, sondern das Kalium ist. Eine Vereinigung verschiedener Alkalisalze sind die *Cantani*'schen Pulver und *Strohschein*'s Uricedin.

Mit den Kalisalzen auf eine Stufe zu stellen hinsichtlich ihrer Wirkung bei Gicht sind nach *E. Pfeiffer* die Erdsalze z. B. Calciumkarbonat. Ganz schwach wirkt Magnesia.

Ausser den Alkalien ist aber noch eine grosse Menge anderer Medikamente als Heilmittel bei chronischer Gicht empfohlen worden, ohne dass man jedoch über die Art ihres Einflusses auf den Stoffwechsel sicheres wüsste, oder dass auch nur ihre Heilwirkung ausser Zweifel wäre. Wir nennen:

Stickoxydul in wässriger Lösung, von *Ritter* untersucht, als Eau oxyazotique in Frankreich früher viel gebraucht.

Weinsaure, äpfelsaure, milchsaure Salze (von *Herrmann* zurückgewiesen); Milchsäure (*Béranger-Féraud*).

Die Zitronenkuren sind noch immer in Anwendung, obwohl erst neuerdings *Hans Leber* ihre Wirkungslosigkeit nachgewiesen hat.

Oxalsäure, rein oder in den sie enthaltenden Paradiesäpfeln, von *Cook* empfohlen.

Spermin (*Pöhl*), Piperazin = Diäthylendiamin $NH\begin{matrix} \diagup CH_2 . CH_2 \diagdown \\ \diagdown CH_2 . CH_2 \diagup \end{matrix}NH$

und Lysidin $\begin{matrix} & & H \\ & & | \\ CH_2 & — & N\diagdown \\ | & & \\ CH_2 & — & N\diagup\!\!\!\!= \end{matrix} C . CH_3$, bezw. Lysidin. bitartaric. sind mit wechselndem Erfolg gegen Gicht verwendet worden.

Colchicum scheint auch bei chronischer Gicht empfehlenswert.

Neuerdings hat man auf das Urotropin = Hexamethylentetramin grosse Hoffnungen gesetzt, weil es diuretisch wirkt, Harnsäure- und Uratkonkretionen löst und die Ausfällung von Uraten im Blut hindert.

Einen dauernden Platz unter den Antiarthriticis hat sich schliesslich der Harnstoff, Urea pura, errungen.

Es war geradezu selbstverständlich, dass der Harnstoff als harnsäurelösendes Mittel über kurz oder lang herangezogen werden würde. Die Beziehungen der Harnsäure zum Harnstoff im Stoffwechsel des Organismus sind ja, schon nach unseren bisherigen geringen Kenntnissen davon, sehr merkwürdige und jedenfalls sehr innige. Alle künstlichen Synthesen der Harnsäure gehen vom Harnstoff aus: *Horbaczewski* hat sie aufgebaut aus Harnstoff und Glykokoll, aus Harnstoff und Trichlormilchsäureamid, *Behrend* und *Roosen* aus Harnstoff und Acetessigester. Dass in der Leber Harnsäure in Harnstoff umgewandelt wird, kann als erwiesen gelten; dass in den Nieren hinwiederum Harnsäure aus dem Harnstoff des Bluts sich bildet, ist sehr wahrscheinlich gemacht. Was für die uns beschäftigende Frage aber von besonderer Wichtigkeit ist, ist die Thatsache, dass der Harnstoff im Harn und jedenfalls auch im Blut mit dazu beiträgt, die Harnsäure in Lösung zu halten.

Es lag auf der Hand, dass man daran dachte, durch künstliche Vermehrung des Harnstoffs im Körper über die Norm die bei der Gicht vorhandene abnorme Vermehrung der Harnsäure zu paralysieren. In der That haben *v. Mering* und *Rüdel* gezeigt, dass die, wie schon länger bekannt, bei Fleischkost auftretende Steigerung der Harnstoffbildung die Löslichkeit der Harnsäure bei der harnsauren Diathese sehr günstig beeinflusst. Es kommt bei dieser Fähigkeit, Harnsäure zu lösen, allem Anschein nach als wesentliches Moment in Betracht, dass Harnstoff, in Substanz innerlich gegeben, die Diurese anregt, also eine reichliche Ausschwemmung der Gewebe hervorruft, sodass man sich sehr wohl vorstellen kann, wie bei Verabreichung reinen Harnstoffs eine Entlastung der Gewebe von Harnsäure stattfindet.

Von dieser Anwendung des Harnstoffs *in substantia* als Medikament war natürlich bei seiner ausgesprochenen Fähigkeit, Salze zu bilden, nur ein Schritt zur Kombination des Harnstoffs mit chemischen Verbindungen, welche bei der Gicht schon lange

als nützlich anerkannt sind, und dieser Überlegung ist der Gedanke entsprungen, die Wirkung des Harnstoffs mit der Wirkung der antifebrilen, Harnsäure lösenden und die Harnsäureausfuhr steigernden Salicylsäure in einem Harnstoffsalicylat zu vereinigen. Unabhängig von einander und wohl ziemlich gleichzeitig stellten so Herr Dr. *A. Cantzler*, damals in Bamberg, jetzt in Mannheim, und die chemische Fabrik von *C. Erdmann* in Leipzig-Lindenau*) Harnstoffsalicylate dar.

Die folgenden Ausführungen nun geben die Resultate einer Untersuchung des *Cantzler*'schen Carbamidsalicylats, insbesondere der Prüfung seines Einflusses auf die Löslichkeit der Harnsäure, ausserhalb des Körpers sowohl, als vor allem im menschlichen und tierischen Organismus.

Ehe ich zur Darlegung der experimentellen Ergebnisse übergehe, möchte ich nicht unterlassen ausdrücklich hervorzuheben, dass die im vorausgehenden geschilderte Auffassung von der Entstehung der Gicht und der Wirkungsweise von Medikamenten auf sie nicht völlig, besonders nicht in den Einzelheiten, sichergestellt ist. In den Details jener Ausführungen namentlich ist kaum ein Punkt, der nicht bei der Schwierigkeit, Sicherheit in den Resultaten zu erhalten, und bei den Gegensätzen zwischen den Untersuchungsergebnissen der einzelnen Forscher von irgend einer Seite Widerspruch finden könnte. Im Interesse einer einheitlichen pharmakologischen Darstellung der Wirkungsweise von Arzneimitteln auf den menschlichen Organismus schien jedoch dem Verfasser diese Art der Durchführung einer plausiblen Erklärung der Gicht und ihrer Behandlung geboten, und ausserdem halten viele Gichtforscher unserer Zeit an dieser Auffassung der Verhältnisse bei der Gicht noch heute fest.

Es muss aber doch darauf hingewiesen werden, dass, von den erwähnten Meinungsverschiedenheiten innerhalb des Kreises der bisher besprochenen Anschauung ganz abgesehen, seit etwa einem Jahrzehnt die Auffassungen vom Wesen der Gicht im Begriff sind, eine totale Umgestaltung zu erfahren. Seitdem uns *Thiriar* und *Champignière* gewisse toxische Veränderungen des Harns bei Neubildungen kennen gelehrt haben, seitdem es *Bou-*

*) Die Fabrik von *C. Erdmann* hat eines ihrer Präparate unter dem Namen Ursal in den Handel gebracht.

chard, Stadthagen, Falk und bald darauf *Féré* gelungen ist, eigenartige Harngifte bei der Urämie zu isolieren, hat man sich auch bezüglich der Gicht mit dem Gedanken langsam vertraut gemacht, das gewisse, vorläufig allerdings noch so gut wie unbekannte Gifte die wahre Ursache dieser Erkrankung sein könnten. Man ist auf gewisse Toxine aufmerksam geworden, welche bei der Entstehung der Gicht eine wesentliche Rolle zu spielen scheinen. Und so neigen gute Kenner der Gicht, wie *v. Noorden*, *Haig*, *Ewart*, *G. Klemperer*, in neuester Zeit *Wade* und *Armstrong* der Ansicht zu, dass die Alteration der Harnsäureverhältnisse bei der Gicht nur Begleiterscheinungen einer Vergiftung des Körpers mit solchen Toxinen sein möchten.

Diese Toxine sind aber noch viel zu wenig bekannt, um nicht zu sagen hypothetisch, als dass es irgend jemand einfallen könnte, die Wechselwirkungen zwischen ihnen und den heute gebräuchlichen Gichtmedikamenten zu diskutieren. Und selbst wenn einmal unsere Kenntnisse über die vermuteten eigentlichen Erreger dieser merkwürdigen Stoffwechselerkrankung sichergestellt sein werden, wird doch sehr wahrscheinlich noch auf lange Zeit hinaus die heute übliche medikamentöse Behandlung der in der Härnsäurebildung und -ausscheidung zu Tage tretenden Anomalien, auch wenn diese dann vielleicht nur noch als Begleiterscheinungen von Toxinvergiftungen erscheinen, als symptomatische Therapie bestehen bleiben.

Das von mir untersuchte *Cantzler*'sche Präparat von salicylsaurem Harnstoff erscheint als ein weisses krystallinisches Pulver, bestehend aus Aggregaten von Prismen und Nadeln, ohne Geruch, von süsslichem Geschmack, im Hals kratzend, beim Verstäuben die Nasenschleimhaut reizend. Seiner Zusammensetzung nach ist es ein Additionsprodukt von 1 Mol. Salicylsäure und 1 Mol. Harnstoff. Die Salicylsäure bildet zwei gut charakterisierte Harnstoffsalze, Monoharnstoffsalicylat und Diharnstoffsalicylat. Beide sind in der That dargestellt.[1] Diese Verbindungen haben den Schmelzpunkt 115 bezw. 122°. Der Schmelzpunkt unseres Salicylats in lufttrocknem Zustand liegt bei 111 bis 115°; es handelt sich also um Monoharnstoffsalicylat von der Formel

$$C_6H_4\left\langle\begin{matrix}OH\\COOH\end{matrix}\right., CO(NH_2)_2.$$

[1]) Mitth. vorläufiger Versuche. Pharmaceut. Zeitg. XLII, No. 97.

In heissem Wasser ist das Präparat ziemlich leicht löslich; die heisse Lösung ist wasserklar; beim Wiedererkalten fällt der grösste Teil der gelösten Substanz in Gestalt von feinen, zu grösseren Gruppen und Büscheln angeordneten Prismen und Nadeln wieder aus. Die Reaktion der kalten wässrigen Lösung ist sauer; auf Zusatz von Eisenchlorid färbt sie sich violett, der Farbenton ist dem der Reaktion reiner Salicylsäure gleich.

In Alkohol löst sich die Verbindung leicht, in Äther ist sie wenig löslich.

Löslichkeit des Carbamidsalicylats in kaltem Wasser: 1 g Carbamidsalicylat wurde in 150 ccm Wasser eingetragen und durch Erhitzen in Lösung gebracht. Nach dem Erkalten fielen Krystalle des Präparats wieder aus. Es wurden 25 ccm Wasser hinzugefügt, wieder erhitzt und, solange noch Krystalle beim Wiedererkalten spontan sich abschieden, Wasser in kleinen Anteilen zugegeben.

Es ergab sich so, dass

1,000 g Carbamidsalicylat sich löst in 230 ccm Wasser bei 15° C.,
1,002 „ „ „ „ „ 240 „ „ „ 16° „

Da das Präparat nicht absolut wasserfrei war, und da wir ferner kleine Schwankungen in der Zimmertemperatur nicht weiter berücksichtigen wollten, haben wir die Löslichkeit des Carbamidsalicylats in kaltem Wasser gleich 1:250 angenommen.

Das Lösungsvermögen kalter wässriger Carbamidsalicylatsolutionen für reine Harnsäure.

Die Löslichkeit der Harnsäure in Wasser wird im allgemeinen gleich 1:14000—15000 angenommen. Hienach lösen 500 ccm Wasser 0,0357—0,033 g Harnsäure (bei Zimmertemperatur). Wenn nun unser Präparat, wie man nach der bekannten Harnsäure lösenden Wirkung des Harnstoffs vorauszusetzen geneigt sein kann, die Löslichkeit der Harnsäure in Wasser zu erhöhen vermag, so muss sich dies daran zeigen, dass in einem halben Liter kalt gesättigter Lösung von Carbamidsalicylat mehr als 0,0357 g Harnsäure sich lösen.

Ob diese für die vorliegende Arbeit prinzipiell wichtige Annahme zutrifft, habe ich durch eine Reihe von Versuchen festzustellen unternommen.

Entsprechend den Verhältnissen in kalten gesättigten Lö-

sungen von salicylsaurem Harnstoff wurden in etwa $^1/_2$ l destillierten Wassers durchschnittlich ca. 0,200 g reine weisse krystallisierte Harnsäure eingetragen; desgleichen soviel Carbamidsalicylat, als in 500 ccm Wasser sich eben noch löst, also durchschnittlich 2,000 g. Beide Quantitäten, von Harnsäure wie von Carbamidsalicylat, wurden durch Erwärmen in Lösung gebracht. Aus der erkaltenden Lösung krystallisierte ein Teil der Harnsäure wieder aus, gewöhnlich auch kleinere oder grössere Mengen von Salicylat. Die ausgeschiedenen Krystalle wurden auf einem gewogenen Filter gesammelt, mit Alkohol gewaschen, um die ausgefallenen Krystalle von salicylsaurem Harnstoff aus dem Filterrückstand zu entfernen, bei 110° getrocknet und gewogen. Die hiebei gewonnenen Resultate ergeben sich aus folgender Tabelle:

	Verwendetes Carbamidsalicylat g	Verwendete Harnsäure g	Volum der wässerigen Lösung ccm	Wiedergefundene Harnsäure.			
				Filtrat, eingedampft auf ccm	gelöst gebliebene Harnsäure g	spontan ausgefallene Harnsäure g	Zimmertemperatur ° C.
I.	2,029	0,202	500	250	0,035	0,165	15—20°
II.	2,023	0,199	600	150	0,049	0,147	16$^1/_2$°
III.	2,008	0,180	515	245	0,052	0,126	16—18°
IV.	1,906	0,204	525	205	0,064	0,134	18°
V.	2,022	0,216	450	57	0,017	0,195	12—16°
VI.	1,404	0,137	499	88	0,032	0,103	17°
VII.	1,394	0,130	516	196	0,029	0,098	14°
VIII.	1,400	0,126	480	145	0,035	0,090	19°
IX.	1,920	0,181	510	170	0,039	0,139	18°
X.	1,994	0,155	505	108	0,025	0,129	18°

Zu dieser Übersicht über die Resultate dieser Versuchsreihe ist im einzelnen folgendes zu sagen:

Hinsichtlich der verwendeten Mengen von Carbamidsalicylat war in den ersten fünf und den letzten beiden Versuchen der Gedanke massgebend, ungefähr die Menge von dem Präparat zu nehmen, die nach dem beschriebenen Vorversuch in 500 ccm kalten Wassers in Lösung gehalten wird, also etwa 2 g, bald mehr, bald, wie in den Versuchen IV, IX, X, etwas weniger.

Die verwendeten Quantitäten von Harnsäure, 0,120—0,220 g, entsprechend dem 3$^1/_2$—6fachen der in reinem kalten Wasser löslichen Menge, wurden gewählt, um der Möglichkeit ausserordentlicher Grade von Löslichkeitserhöhung durch das Präparat von vornherein Rechnung zu tragen. Da die Differenzen in der

Grösse der Löslichkeit der Harnsäure bei den ersten fünf Versuchen dazu aufforderten, das Optimum der Löslichkeit für Harnsäure empirisch zu ermitteln, so wurde das Verhältnis der Mengen des salicylsauren Harnstoffs zu denen der Harnsäure verändert — Versuch VI bis VIII: Harnsäure nach wie vor im grossen Überschuss, die Carbamidsalicylatmengen um ein Drittel ungefähr kleiner, als das betreffende Quantum Wasser bis zur völligen Sättigung aufnehmen konnte. Es war ja immerhin möglich, dass in einer nicht ganz gesättigten Lösung von Carbamidsalicylat die Löslichkeit der Harnsäure beträchtlich grösser ausfallen konnte; Versuch IV mit $^{19}/_{20}$ gesättigter Lösung schien dafür zu sprechen.

Massgebend für die Menge der Flüssigkeit war die Löslichkeit des Carbamidsalicylats in kaltem Wasser = 1:250. Es wurden 500 ccm oder, um dem beim Erhitzen entstehenden Verlust durch Verdampfung zu begegnen, in der Regel etwas mehr genommen.

Es scheiden sich während 36—48stündigen Stehens spontan auf der Oberfläche der erkaltenden Lösung, an den Wänden und besonders am Boden des Becherglases Krystalle ab, auf dem Flüssigkeitsspiegel feinste durchscheinende weisse Plättchen, offenbar Harnsäure, am Boden und an den Wänden spiessförmige Krystalle von Harnsäure und grosse, stark das Licht brechende vom Aussehen des Carbamidsalicylats. Die Mengen, in welchen diese Krystalle ausfallen, sind bei ruhigem Stehen innerhalb 24 bis 36 Stunden sehr gering, nach 3 mal 24 Stunden etwas grösser.

Alles, was nicht krystallinisch ausgefallen, ist in Lösung geblieben. Es handelt sich also anscheinend nur darum, diese Krystalle von der Mutterlauge zu trennen, am einfachsten durch Filtrieren. Beim Abreiben der Krystalle von den Glaswänden mit einem mit Gummischuh versehenen Glasstab zeigt sich aber, dass infolge der mechanischen Erschütterung nunmehr grössere Mengen, ja bei zufällig sehr niedriger Temperatur im Zimmer während des Filtrierens recht beträchtliche Massen von Krystallen ausfallen. Auf das Filter kommen infolge dessen weit mehr Krystalle, als spontan beim ruhigen Stehen ausgefallen waren. Es sind dies aber zum grössten Teil oder vielleicht ausschliesslich Krystalle von salicylsaurem Harnstoff, sodass die auf dem Filter gesammelte Harnsäure doch annähernd die spontan, d. h. bei ruhigem Stehen ausgefallene Menge repräsentiert.

Die Menge der in Lösung gebliebenen Harnsäure ergiebt sich nun unmittelbar aus der Differenz der Mengen der zu dem Versuch verwendeten und der auf dem Filter gesammelten spontan ausgefallenen Harnsäure. Um aber ganz sicher zu gehen, habe ich auch die Menge der noch in Lösung gebliebenen Harnsäure direkt bestimmt. Hierzu wurde das wasserklare Filtrat + ein wenig Waschwasser, im Durchschnitt 460—550 ccm, erhitzt, mit 15 ccm conc. Salzsäure versetzt und 48 Stunden in der Kälte (— 10° bis + 5° C.) stehen gelassen (*Heintz*'sche Methode der Harnsäurebestimmung). Trotz der Gegenwart der Salzsäure und trotz der Winterkälte schieden sich keine Krystalle ab. Es entspricht diese Beobachtung nur den Erfahrungen, die bei der Harnuntersuchung selbst mit der *Heintz*'schen Methode gemacht worden sind. Eindampfen des Filtrats auf die Hälfte des Volums verbesserte die Wirkung der Salzsäure beim ruhigen Stehen etwas, allmählich fielen ziemlich reichlich Krystalle aus und damit, wie sich ergab, fast alle noch in Lösung gebliebene Harnsäure. Zur Vereinfachung des Verfahrens wurde daher in der Folge das Filtrat gleich auf $\frac{2}{5}$—$\frac{1}{5}$ seines Volums eingedampft; nach 48stündigem Stehen zeigten sich schöne weisse lange Krystallnadeln von Salicylsäure, einzeln an Boden und Wänden sitzend oder zu vielen Büscheln oder zu Gruppen von Sternform angeordnet, auf denen glitzernde dünne Harnsäureplättchen aufsassen.

Die kleinen Differenzen in der Tabelle zwischen den Quantitäten der verwendeten und denen der wiedergefundenen Harnsäure erklären sich aus den unvermeidlichen Verlusten. Es sei ausserdem noch bemerkt, dass das verwendete Harnstoffsalicylat gewöhnliches lufttrockenes Präparat war, wie es auch bei den einfachen Löslichkeitsbestimmungen angewendet wurde; das Trocknen bis zur völligen Gewichtskonstanz liess sich im Trockenschrank nicht gut ausführen wegen der Zersetzlichkeit der Verbindung bei höherer Temperatur, das Präparat kam also in derselben Verfassung zur Verwendung, wie es vielleicht bei der Medikation gebraucht werden würde.

Es ergiebt sich, dass die Löslichkeit von Harnsäure in gesättigter Carbamidsalicylatlösung unter den gewöhnlichen physikalischen Bedingungen beträchtlich schwankt. Sehen wir von Versuch II, III und IV ab, aus denen eine Erhöhung der Löslichkeit der Harnsäure hervorzugehen scheint, so können wir die

ganze Reihe der übrigen Versuche mit ihren innerhalb gewisser Grenzen schwankenden Resultaten doch wohl nur dahin deuten, dass eine wesentliche Beeinflussung der Löslichkeit der Harnsäure durch den salicylsauren Harnstoff in rein wässrigen salzfreien Lösungen nicht zur Geltung kommt. Trotz des vorläufig nicht viel versprechenden Ausfalls dieser Versuche war jedoch immerhin daran zu denken, dass eine Beeinflussung der Löslichkeit der Harnsäure durch unser Präparat wohl eintreten könne, wenn zugleich Körpertemperatur und die Bestandteile des Harns zur Wirkung kommen.

Der Einfluss des Carbamidsalicylats auf die Löslichkeit der Harnsäure im Organismus.

Zunächst versuchte ich die Wirkung des Harnstoffpräparats an mir selbst. Ich hielt während 26 Tagen gleichmässige Diät: $^1/_2$ Liter Milch, Suppe, Rindfleisch und Kalbfleisch in verschiedener Zubereitung mit Gemüse, Salat und Kartoffeln, eine Tasse Kakao, Schinkenwurst in gleichmässigen Portionen, zwei Tassen Thee, zwei Glas Bier, Brot in annähernd gleichen Mengen täglich. Gerichte, welche die Harnsäurebildung steigern, wie Bries, Milz, Thymus, wurden vermieden.

Tabelle I.

Tag	Temperatur ° C.	Volum ccm	Sp. Gew.	100 ccm Harn werden neutralisiert durch ... g NaOH	Heintz g	Heintz-Tollens g	Salkowski-Ludwig g
8. II.	38°	1400	1019	—	0,569	0,643	0,714
9. II.	14°	2090	1025	—	0,917	1,028	—
10. II.	30°	1970	1017,5	0,1264	0,808	0,912	—
11. II.	19°	2200	1022	0,1280	0,682	0,798	—
12. II.	38°	2115	1017	0,1280	0,526	0,637	—
13. II.	19°	1950	1023	0,1344	0,523	0,626	—
14. II.	32°	1870	1018,5	0,1568	0,487	0,587	—
15. II.	23°	1875	1023	0,1552	0,509	0,609	—
16. II.	26°	2015	1020	0,1408	0,439	0,545	—
17. II.	30°	2045	1017,5	0,1472	0,337	0,446	—
15. III.	14$^1/_2$°	2140	1021,5	0,1344	—	—	1,152
16. III.	16°	2160	1023	0,1104	—	—	1,018
17. III.	18°	2300	1023	0,1408	—	—	0,969
18. III.	20$^1/_2$°	2000	1021	0,1440	—	—	0,992
19. III.	17°	2165	1020	0,1296	—	—	1,006

Tabelle II.

Tag	Temperatur ° C.	Volum ccm	Sp.Gew.	100 ccm Harn werden neutralisiert durch . . . g NaOH	Heintz g	Heintz-Tollens g	Salkowski-Ludwig g	Präparat g	Aus Heintzfiltrat nach Salkowski nachträglich noch ausgefällte Harnsäure . . . g
20. II.	28°	2720	1014	0,1024	0,446	0,590	—	1,0	—
21. II.	17°	2325	1021	0,1280	0,343	0,466	0,871	2,0	0,476
22. II.	25°	2090	1020	0,1264	0,376	0,487	0,799	2,0	0,423
23. II.	22°	2445	1019	0,1200	0,560	0,690	0,878	2,5	0,318
24. II.	21°	2245	1019,5	0,1424	0,597	0,713	1,090	3,0	—
25. II.	20½°	2100	1021	0,1488	0,709	0,820	0,965	4,0	0,301
26. II.	13°	2215	1023,5	0,1504	0,484	0,601	1,001	4,0	0,432
27. II.	22½°	2415	1020	0,1488	0,398	0,526	0,929	4,0	0,496
28. II.	14½°	2800	1021	0,1264	0,281	0,429	0,921	4,0	9,608
1. III.	19°	2445	1022,5	0,1360	0,521	0,650	1,082	5,0	0,550

Die ersten zehn Tage hindurch wurde kein Präparat genommen, also die normale Harnsäureausscheidung bestimmt, und zwar zunächst nach *Heintz*, d. h. sowohl nach *Heintz'* ursprünglicher Vorschrift als auch in der von *Tollens* angegebenen Modifikation: für jeden ccm des g a n z e n Harnfiltrats wurden 0,000048 g Harnsäure zu der im Filterrückstand gefundenen Harnsäuremenge zugezählt, nicht, wie es *Heintz* ursprünglich gewollt, nur pro ccm Waschwasser. Da jedoch die Harnsäurebestimmungen nach dieser Methode, auch mit der *Tollens*'schen Korrektion, ungenau sind, wurde nachträglich, nach Rückkehr zu der oben angegebenen Kost, einige Tage lang das *Salkowski-Ludwig*'sche Verfahren (nach *Hoppe-Seyler*, Handb. d. physiol.- u. pathol.-chem. Analyse, 6. Aufl.) zur Bestimmung der normalen Harnsäureausscheidung angewendet.

Die in beiden Tabellen unter der Rubrik „Harnsäure bestimmt nach *Salkowski-Ludwig*" notierte Zahl ist der Mittelwert, der sich aus mindestens zwei, in vielen Fällen aber drei parallelen *Salkowski-Ludwig*-Bestimmungen der Harnsäure, ausgeführt an je 200 ccm Harn, ergab.

Wie die Tabelle I zeigt, schwanken die Werte der täglichen Harnsäureausscheidung nach der *Salkowski-Ludwig*'schen Bestimmung zwischen 0,714 und 1,152 g, während die *Heintz*'schen Bestimmungen viel grössere Schwankungen aufweisen; die mittlere Grösse der Harnsäureausscheidung beträgt also nach den

zuverlässigen Bestimmungen 0,975 g, ein Wert, der im Hinblick auf die gewählte eiweissreiche Kost als normal gelten kann.

Spez. Gewicht und Acidität erweisen sich als recht gleichmässig, auch die täglichen Harnvolume können, von einzelnen Ausnahmen abgesehen, als ziemlich gleichmässig bezeichnet werden.

Nach dieser Untersuchung der normalen uns interessierenden Verhältnisse des normalen Harns wurde unter Beibehaltung der angegebenen Kost während zehn Tagen das Präparat eingenommen. Die Dosierung begann mit 1 g p. dosi et p. die und stieg bis auf 5 g p. dosi et p. die.

Die täglich ausgeschiedene Harnsäuremenge wurde nach *Heintz* resp. *Heintz-Tollens* und nach *Salkowski-Ludwig* bestimmt, gleichzeitig auch aus dem *Heintz*-Filtrat die bei Anwendung dieser Methode nicht ausgefällte Harnsäure nach *Salkowski-Ludwig* niedergeschlagen und bestimmt. Es wurde dadurch erreicht, dass auch hier von dem Harn desselben Tages gewöhnlich drei Parallelbestimmungen vorlagen, so dass sich ein sicherer mittlerer Wert der wirklichen Grösse der täglichen Harnsäureausscheidung gewinnen liess. Da es nicht uninteressant ist, die Differenzen zwischen den Ergebnissen der *Heintz*'schen und denen der *Salkowski-Ludwig*'schen Methode der quantitativen Bestimmung der Harnsäure wieder einmal zu zeigen, sind in einer eigenen Rubrik den *Heintz*'schen Bestimmungen die aus den betreffenden *Heintz*-Filtraten nach *Salkowski* ausgefällten Harnsäuremengen noch besonders gegenübergestellt.

Der nach *Heintz* mit conc. Salzsäure versetzte Harn stand 48—72 Stunden in der Kälte vor dem Fenster, sodass er also auch bei den Ende Februar und Anfang März gemachten Bestimmungen wenigstens nachts der Einwirkung einer stärkeren Abkühlung überlassen war.

Aus der Tabelle II ist folgendes ersichtlich: Spez. Gewicht und Acidität variieren innerhalb enger Grenzen. Die Acidität erscheint bei Gegenwart des Präparats nicht verändert gegenüber der Norm, das spez. Gewicht ist um $^1/_{10}$ etwa niedriger als normal. Dieser Befund ist aber erklärlich aus der offenbar durch das Präparat bedingten Verschiebung der Volumverhältnisse gegenüber der Norm. Das tägliche Harnvolum ist gegenüber dem aus der Tabelle I ersichtlichen Normalvolum, und zwar bei Gaben von 4 und 5 g meist ganz bedeutend, vermehrt; an den letzten

drei Tagen z. B. beträgt dieses Plus, das Normalvolum zu 2050 ccm angenommen, mit 2550 ccm als Mittelwert des täglichen Harnvolums 500 ccm. Sicher ist also, dass das Harnstoffsalicylat für den gesunden Organismus ein gutes Diureticum ist.

Ein eklatanter oder auch nur ein kaum zu bezweifelnder Einfluss unseres Präparats auf die Harnsäureausscheidung ist jedoch nicht wahrzunehmen. Wie die Tabelle zeigt, schwanken die Mittelwerte der bei Gegenwart des Carbamidsalicylats täglich ausgeschiedenen Harnsäuremengen zwischen 0,799 g als Minimum und 1,090 g als Maximum, und es ist vielleicht eine Steigerung der täglichen Ausscheidungsmengen mit der Erhöhung der Tagesgaben vom Präparat angedeutet: bei 2,5 g ist die Harnsäuremenge nahe an 0,9 g, bei 3 g steigt sie auf 1,09 g, bei 4 und 5 g hält sie sich annähernd auf dieser Höhe. Indes ergibt sich gegenüber den normalen Werten der täglichen Harnsäureausscheidung bei Vergleich der Durchschnittszahlen keine wesentliche Differenz (0,975 g beim normalen Harn — 0,950 g beim Salicylatharn), und bei Vergleich einzelner Tageswerte zeigt sich, dass die unter normalen Verhältnissen ausgeschiedene Harnsäuremenge vom 15. III., 1,152 g, in der Carbamidsalicylatperiode selbst bei den grössten Gaben des Präparats nicht erreicht wird. Alle Werte in Tabelle II liegen innerhalb oder doch nur um ein Geringes jenseits der gewöhnlich angenommenen physiologischen Grenzen (0,4—1,0), und es ist zu berücksichtigen, dass im konkreten Fall auch unter normalen Verhältnissen ziemlich viel Harnsäure ausgeschieden wurde. Ein Einfluss des Präparates auf die Grösse der täglichen Harnsäureausscheidung, sei es durch grosse Einzeldosen, sei es durch Summierung mittlerer und grosser Tagesgaben, ist also nicht in eindeutiger Weise nachgewiesen.

Unangenehme Begleiterscheinungen, die der therapeutischen Verwertung des Carbamidsalicylats entgegenständen, scheinen durch das Präparat nicht hervorgerufen zu werden. Ohrenklingen und Ohrensausen wurde an mehreren Tagen in wechselnder Stärke und Dauer beobachtet, und zwar bei Dosen von $2^1/_2$ g an. Diese Wirkung, welche offenbar auf die Salicylsäure unseres Harnstoffsalzes zurückzuführen ist, stellte sich, nachdem das Präparat morgens um 8^h, und zwar die Tagesdosis auf einmal, genommen worden war, bald in den ersten Nachmittagsstunden,

bald erst gegen 4^h p. m. ein und hielt verschieden lang an, gewöhnlich mehrere Stunden, einmal (24. II., 3 g) von 12^h mittags bis 12^h nachts. Die Intensität des Ohrensausens war verschieden, jedoch nie so bedeutend, dass es sehr störend gewesen wäre. Am längsten dauerte es bei der ersten Einnahme von 4 g (25. II.), am 26. II. und am 28. II. wurde es nicht beobachtet, am 27. II. (4 g) war es sehr schwach und kurz, am 1. III. (5 g) war es zwischen 12 und 1^h mittags ziemlich stark.

Das Ergebnis der täglichen Untersuchung des Salicylatharns auf Eiweiss und auf Zucker war stets negativ.

Salicylsäure wurde natürlich immer sehr reichlich im Harn gefunden (Eisenchloridprobe). Beim Versetzen des Harns mit verdünntem Fe_2Cl_6 entstand stets eine dunkelviolette Färbung der Flüssigkeit und ein starker Niederschlag von Phosphaten. Auf vorsichtigen Zusatz sehr verdünnter Salzsäure verschwand dieser Niederschlag und die Violettfärbung trat deutlicher hervor.

Die nächsten Tage nach Beendigung des Versuchs, d. h. am 2., 3. und 4. III., wurde der Harn auf Salicylsäure untersucht. Schon am Morgen des zweiten Tages ergab die gewöhnliche Prüfung im Reagensglas nur mehr ein ganz schwaches Violett, am Nachmittag desselben Tages trat bei der Prüfung im Reagensglas auf Zusatz von verdünntem Eisenchlorid nur noch eine schwache rötliche Verfärbung auf. Um Gewissheit zu bekommen, ob Salicylsäure noch im Harn sei, wurden 250 ccm auf $^1/_3$ ihres Volums eingedampft, mit Natronlauge schwach alkalisch gemacht, filtriert, das Filtrat auf 25 ccm eingedampft, mit einigen ccm conc. Salzsäure versetzt und im Scheidetrichter mit Äther ausgeschüttelt. Der Rückstand der ätherischen Lösung färbte sich auf Zusatz ganz verdünnter Eisenchloridlösung zart blauviolett, enthielt also noch Salicylsäure. Am dritten Tage war auch im Ätherauszug Salicylsäure nicht mehr nachzuweisen.

Tierversuch.

Zur weiteren Klarstellung der Wirkungsweise des Carbamidsalicylats wurde ein Tierversuch in Angriff genommen.

Als Versuchstier diente eine allem Anschein nach ganz gesunde junge Hündin von ungefähr 7 kg Gewicht. Das Tier wurde zunächst auf eine bestimmte Kost gesetzt, und zwar er-

hielt es täglich 600 ccm Milch und ein Milchbrot, beides auf eine Morgen- und Abendration gleichmässig verteilt, dazu Wasser in ausreichender Menge. Es wurde in einem Isolierkäfig in einem gleichmässig temperierten Raum gehalten. Der Boden des Käfigs hatte einen Ablauf, unter dem ein Glas zum Auffangen des Harns bereit stand. Im Interesse einer genauen zeitlichen Abgrenzung der einzelnen Tagesharne wäre Entleerung der Blase durch Katheter sicherlich vorzuziehen gewesen; allein die Hündin liess sich schlechterdings nicht ohne weiteres katheterisieren, und das Tier jeden Tag zu fesseln wollte ich begreiflicherweise vermeiden. Dass unter diesen Umständen während des Versuchs beträchtliche Schwankungen in den Tagesmengen des spontan gelassenen Harns auftraten, kann nicht weiter auffallen, umsoweniger, als der Hund den Urin sehr lange anzuhalten pflegte. Trotz alledem zeigten sich die Mengen der täglich ausgeschiedenen Harnsäure, wenigstens solange der Hund kein Präparat bekam, ziemlich konstant.

Tabelle I.

Tag	Temperatur °C	Sp. Gew.	Volum ccm	Harnsäure nach Salk.-Ludwig g	Präparat g
17. V.	21°	—	80	0,011	—
20. V.	23½°	1015,5	206	0,019	—
21. V.	18°	1032	165	0,021	—
22. V.	17°	1018	155	0,018	—
26. V.	17½°	1018	430	0,017	—
9. VI.	19°	1017	430	0,014	—

Tabelle II.

Tag	Temperatur °C	Sp. Gew.	Volum ccm	Harnsäure nach Salk.-Ludwig g	Präparat g
10. VI.	21°	1027	280	0,012	1,0
11. VI.	21°	—	275	0,028	1,0
12. VI.	21°	1034	300	0,017	1,0
13. VI.	21½°	1018	640	0,021	1,0
14. VI.	19°	1021,5	356	0,013	1,0
15. VI.	17½°	1029,5	210	0,010	2,0
16. VI.	19½°	1024	325	0,007	2,5
17. VI.	19½°	1018	694	0,022	3,0

Der Hund erhielt zunächst zehn Tage lang das angegebene Futter allein, ohne Präparat, und es wurden eine Anzahl Bestimmungen der normalen Tagesgrösse seiner Harnsäureaus-

scheidung nach *Salkowski-Ludwig* gemacht. Die hierbei sich ergebenden Werte schwankten zwischen 0,011 und 0,021 g. Diese Schwankungen erklären sich sehr wohl aus der Ungleichheit der Volumina der von mir gesammelten einzelnen Tagesharne. Im Mittel betrug die tägliche Harnsäureausscheidung 0,017 g.

Nach einer 12 tägigen Zwischenperiode (vom 26. V. bis 7. VI.), während welcher der Hund sein gewöhnliches gemischtes Futter erhielt, wurde zur Prüfung der Wirkung des Carbamidsalicylats übergegangen. Vom 7. VI. an bekam der wieder in seinen Käfig verbrachte Hund die alte Kost von 600 ccm Milch, einem Weissbrot und Wasser und vom 10. VI. ab dann den salicylsauren Harnstoff, anfangs 1 g, später 2 und 3 g täglich, in Fleischbrocken. Er nahm die gehackten Fleischbrocken, die das Präparat leidlich einhüllten, anfangs ziemlich gern, bald aber stellte sich neben einer geringen Verminderung der Fresslust überhaupt eine Abneigung gegen das doch nicht so ganz vollständig vom Fleisch umhüllte Präparat, das die Rachenschleimhaut reizte, ein, und die letzten Tage musste ihm das Fleisch in den Schlund gestopft werden. Ich hatte, wie bemerkt, den Eindruck, dass das Präparat die Fresslust des Tiers im ganzen herabsetzte. Eine solche Wirkung des Harnstoffsalicylats würde übereinstimmen mit einer von Herrn Professor Dr. *Eversbusch* mir mündlich mitgeteilten klinischen Beobachtung, dass nämlich längerer Gebrauch von reinem Harnstoff als Diureticum dyspeptische Erscheinungen — Verdauungsstörungen, Appetitlosigkeit — hervorruft.

Die spezifischen Gewichte der Harne der einzelnen Tage zeigen beträchtliche Differenzen, was wohl mit den grossen Schwankungen der täglichen Harnmengen im Zusammenhang steht. Die Bestimmungen der täglichen Harnsäureausscheidung, wieder nach *Salkowski-Ludwig*, ergaben, wie die Tabelle zeigt, ähnliche Schwankungen wie während der Normaltage; die Tagesmengen variieren zwischen 0,028 und 0,007 g. Weder zeigt sich bei fortlaufender Verabreichung täglicher Gaben von 1 g eine allmähliche Summierung der erwarteten Wirkung des Präparats, noch erzeugt die Steigerung der Zufuhr von 1 g auf 2 und 3 g eine Vermehrung der Harnsäureausscheidung gegenüber der Norm oder der täglichen Ausscheidungsmenge bei 1 g, nicht einmal im Durchschnitt: durchschnittlich wurden nach der Tabelle während der 8 tägigen Verabreichung von Präparat täglich ausgeschieden

0,016 g Harnsäure, in der Norm dagegen, wie sich aus der 6 tägigen Vorperiode ergab, 0,017 g.

Die tägliche Harnmenge ist bei Zufuhr des Präparats, wie ein Blick auf die Tabellen lehrt, gegenüber der Norm unzweifelhaft vermehrt: die Durchschnittsmenge unter normalen Verhältnissen betrug 240 ccm, nach Eingabe des salicylsauren Harnstoffs wurden 380 ccm täglich ausgeschieden.

Bei der Untersuchung auf Zucker mittels der Trommer'schen Probe löst sich das Kupferhydroxyd klar mit dunkelbraunschwarzer Farbe auf und wird bei längerem Kochen reduziert zu gelbem Kupferoxydulhydrat oder rotem Kupferoxydul, die Reaktion ist aber augenscheinlich nicht auf Zucker zurückzuführen, wie die Art des Auftretens des Kupferniederschlags zeigt.

Die Prüfung auf Eiweiss im Carbamidsalicylatharn ergibt sowohl mit der Kochprobe wie mit Essigsäure-Ferrocyankalium geringe Trübungen, ein Befund, der beim Hund als normal betrachtet wird; unser Hund hatte auch schon vor der Fütterung mit dem Präparat schwache, aber deutliche Spuren von „Eiweiss" im Urin.

Nachdem die im vorstehenden mitgeteilten Erfahrungen über die Wirkung des Harnstoffsalicylats am gesunden Menschen und am Hund gewonnen waren, kam es vor allem darauf an, die Wirkung des Präparats am erkrankten Organismus kennen zu lernen. Selbstverständlich waren für diese Versuche, wenn irgend möglich, Fälle von ausgesprochener harnsaurer Diathese heranzuziehen. Da mir bei Abschluss des Tierversuches ein geeigneter Fall von Arthritis urica nicht zur Verfügung stand, so begnügte ich mich vorläufig mit einem Versuch an einer Patientin mit Arthritis deformans, wiewohl ich mir natürlich sagen musste, dass bei dieser Pat., deren Erkrankung ja nichts mit einer Störung auf dem Gebiet der Harnsäureproduktion und -ausscheidung zu thun hatte, die Wirkung des Präparats kaum in anderer Weise zu Tag treten würde als beim Gesunden.

Zunächst berichte ich daher über die Ergebnisse meiner Untersuchungen an einer der hiesigen Kreisirrenanstalt angehörenden Patientin mit Arthritis deformans, die mir von Herrn Prof. *Specht* gütigst überlassen wurde, und deren Überwachung bei der Durchführung des Versuchs zu übernehmen Herr Dr. *Ötter* die grosse Freundlichkeit gehabt hat.

Marie Föttinger, Restaurateursgattin, 45 Jahr alt, mittelgross, von schlechtem Ernährungszustand, mit Kontrakturen infolge von Arthritis deformans an den Ellbogen-, Hand- und Fingergelenken, ebenso an Knie-, Fuss- und Zehengelenken, leidet seit mehr als 20 Jahren an maniakalischen Exaltationszuständen. Zur Zeit meiner Untersuchungen befindet sie sich in einer Periode vollständiger Ruhe und Zufriedenheit, isst mit Appetit bei den einzelnen Mahlzeiten ihre ganze Portion und nimmt das Präparat ohne Anstand. Die Kost der Patientin ist die in der Irrenanstalt gebräuchliche zweite Kost: drei Tassen Kaffee mit Milch und drei Weissbrötchen, eine Tasse Bouillon mit Ei, mittags Fleischsuppe, Rindfleisch mit Gemüse, Braten mit Salat, abends Suppe, Fleischspeisen verschiedener Art mit Salat oder Kompot und Kartoffeln. Der Urin, der ohne Verluste aufgesammelt werden kann, ist stark getrübt, hellgelb, enthält nie Ziegelmehlsediment oder Harnsäurekrystalle, ist frei von Zucker und Eiweiss, auch bei Aufnahme des Präparats. Mehr als 3 g des Harnstoffsalicylats täglich werden der Pat. in den ersten Tagen nicht gegeben. Diese werden gut vertragen; zu höheren Dosen kann nachher aber überhaupt nicht übergegangen werden, da die Pat. mittlerweile wieder ihre manischen Zustände bekommt. Wie die Tabelle zeigt, sind Volum und Acidität de Harns ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen. Die täglichen Harnmengen schwanken zwischen 190 und 600 ccm, die Acidität zwischen 0,10 und 0,24 g NaOH. Die täglichen Harnmengen dagegen differieren anscheinend nicht wesentlich unter einander; gegenüber den als Norm angenommenen Ausscheidungsgrössen erscheinen sie ganz beträchtlich vermindert.

Bei andauerndem Gebrauch des Präparats macht sich eine entschiedene Zunahme der Diurese bemerkbar, obwohl die physiologischen täglichen Harnmengen, auch die niedrigen des normalen Weibes (1300 ccm), nicht ganz erreicht werden. Allerdings ging die Dosierung auch gar nicht über 2—3 g p. die hinaus. Gegen Ende des Versuchs scheint die diuretische Wirkung wieder nachzulassen.

Die Harnsäureausscheidung wird nach den Zahlen in der Tabelle von dem Präparat nicht beeinflusst; sie erhebt sich nicht über die vor dem Gebrauch des Harnstoffsalicylats beobachtete Ausscheidungsgrösse, und auch nur von einer Annäherung an das Normalminimum (0,4 g) kann keine Rede sein.

Das spez. Gewicht zeigt im ganzen normale Werte.

Tag	Temperatur	Volum ccm	Spez. Gew.	100 ccm Harn werden neutralisiert durch . . . g NaOH	Harnsäure g	Präparat g
29. VI.	19°	370	1026	—	0,113	0
30. VI.	16°	500	1025	0,2480	0,213	0
1. VII.	17°	600	—	—	—	0
2. VII.	17°	550	—	—	—	0
3. VII.	21°	195	1021	0,1008	—	0
4. VII.	17°	660	1020	0,1616	0,136	1
5. VII.	—	—	—	—	—	2
6. VII.	19°	1155	1015	0,1296	0,198	2
7. VII.	19°	1215	1013	0,1232	0,183	2
8. VII.	17°	395	1022	0,2160	0,132	3
9. VII.	Anfall der Patientin					0
10. VII.	18°	790	—	0,2232	—	2

Der Einfluss des Carbamidsalicylats in diesem Fall von Arthritis deformaus bei gleichzeitiger geistiger Störung lässt sich also dahin resumieren: Schon in kleinen Mengen energische Erhöhung der Diurese; Wirkungslosigkeit auf die Harnsäureausscheidung, wenigstens in den Dosen, welche dieser Pat. zugeführt wurden. Ich möchte aber die Wirkungslosigkeit unseres Präparats in dem vorliegenden Fall, der ja wohl zur Prüfung der fraglichen spezifischen Wirkung nicht besonders geeignet war, doch noch ausdrücklich betonen, weil sich bei der Pat. Föttinger in der Vorperiode herausgestellt hatte, dass ihre gewöhnliche Harnsäureausscheidung sehr klein war, und weil man danach vielleicht erwarten durfte, eine deutliche Steigerung in dieser Beziehung durch Eingabe des Präparats auftreten zu sehen.

Des weiteren wurden zwei Patienten mit unzweifelhafter echter Gicht zu Versuchen mit dem Harnstoffsalicylat herangezogen.

Franz Hertle, 60 Jahre alt, bis vor 2 Jahren Schweizer und Käser, seitdem als Taglöhner bei Erdarbeiten beschäftigt, Alkoholist mässigen Grads (täglich etwa 4 l Bier und einige Gläser Schnaps), nach seinen Angaben nicht familiär zu Gicht disponiert, hatte seiner Erzählung nach vor 2 Jahren zum ersten Mal einen typischen Gichtanfall: das rechte erste Metatarsophalangealgelenk war geschwollen, die Haut darüber gerötet, die Stelle sehr druckempfindlich; wenige Tage später schwoll die homologe Körperstelle auch auf der linken Seite an. Pat. war damals drei

Wochen lang arbeitsunfähig. Ein halbes Jahr danach kehrten dieselben Erscheinungen wieder, jedoch in geringerer Intensität. Im Frühjahr 1898, also etwa 6 Monate bevor Pat. hier zur Beobachtung kam, stellte sich abermals schmerzhafte Schwellung, diesmal im linken Hand- und Ellenbogengelenk, ein. Nach 14tägiger Behandlung in einem Krankenhaus waren die Erscheinungen zurückgegangen. Schon nach wenigen Wochen trat jedoch eine neuerliche starke, äusserst schmerzhafte Schwellung des linken ersten Metatarsophalangealgelenks und des linken Fussgelenks auf, die sich allmählich verlor. Im August 98 schwoll das linke Fussgelenk an, die Schwellung ging nach einigen Tagen Schonung zurück. Von 25. X. bis 2. XI. 98 lag Pat. in der hiesigen medizinischen Klinik wegen Schmerzen in den Füssen, jedoch ohne irgendwelches objektives Symptom, insofern als an den Füssen nirgends Schwellung oder Rötung zu sehen war. Die Diagnose war daher unsicher, zumal da im Lauf einer Woche die Beschwerden sich vollkommen hoben. Am 9. XI. stellten sich abermals Schmerzen, am 10. XI. Schwellung im linken Fussgelenk ein; als Pat. am 11. XI. in die Klinik wieder eintrat, war das linke Fussgelenk ziemlich stark geschwollen und gerötet, schmerzhaft, sehr druckempfindlich, in der Beweglichkeit etwas, aber nur wenig beschränkt; andere Gelenke waren nicht betroffen. Die Körpertemperatur war etwas gesteigert, mittags 37,8, abends 37,5. Allgemeinbefinden wenig gut. Es lag offenbar ein akuter Gichtanfall vor. Bleiwasserumschläge bewirkten eine rasche Abnahme der Schwellung des erkrankten Gelenks; aber am Abend des 13. XI. schwoll das linke erste Metatarsophalangealgelenk unter lebhafter Rötung und Schmerzhaftigkeit an, jedoch ohne Erhöhung der Körpertemperatur. Am 14. XI. traten Schmerzen im linken Ellbogengelenk auf unter starker Beeinträchtigung der Beweglichkeit des Gelenks, aber ohne Schwellung, während das linke Metatarsophalangealgelenk noch sehr schmerzhaft und geschwollen war. Im Lauf des 15. XI. liessen alle diese Erscheinungen sehr an Stärke nach, am 16. XI. war nur noch sehr wenig objektiv nachzuweisen, auch die Schmerzen waren viel geringer geworden und das Allgemeinbefinden hatte sich erheblich gebessert. Vom 17. XI. bis zur Entlassung des Pat. am 19. XI. findet die objektive Untersuchung nichts Abnormes mehr an den Gelenken, weder schmerzhafte Schwellung und Rötung noch Funktionsbehinderung. Es wird aber dem Pat. geraten, noch einige Tage in der Klinik sich zu erholen, er besteht jedoch am 19. XI. darauf, entlassen zu werden. Zweifellos handelte es sich in unserem Falle um echte Gicht, und zwar um das sechste Recidiv.

Die Kost bestand in der im hiesigen Krankenhaus üblichen sog. zweiten Kost: mittags Suppe mit verschiedenen Einlagen, Rindfleisch, Gemüse, abends Suppe und Wurst; 2 Tassen Milch, einer Tasse Kaffee (à 250 ccm), einem Glas Bier, 4 Weissbroten, 260 g Schwarzbrot. Die Ordination beschränkte sich auf Bleiwasserumschläge; innerlich wurde dem Pat. versuchsweise unser Präparat, und zwar in Dosen von 5 g, verabreicht. Der Urin des

Pat. war während der Zeit vom 11.—19. XI. ziemlich klar, hellgelb, enthielt nie Eiweiss oder Zucker, nie Ziegelmehlsediment oder ausgefallene Harnsäurekrystalle.

Infolge der anfänglichen Unbrauchbarkeit des sehr eigenwilligen Patienten, der seinen Urin trotz ausdrücklichen Verbots die ersten Tage immer wieder wegschüttete, konnte erst vom 15. XI. ab der Harn auf seinen Gehalt an Harnsäure quantitativ untersucht werden, also zu einer Zeit, da die Erscheinungen des akuten Gichtanfalls bereits im Rückgang begriffen waren.

Tag	Temperatur	Volum ccm	Spez. Gew.	100 ccm Harn werden neutralisiert durch . . . g NaOH	Harnsäure g	Präparat g
15. XI.	19°	1760	1017,5	—	0,402	0
16. XI.	15°	1755	1017	0,1408	0,441	5
17, XI.	17°	1800	1016,5	0,1344	0,362	5
18. XI.	15°	2460	1015,5	0,1168	0,371	5
19. XI.	15°	1255 in $^2/_3$ Tag.	1015,5	—	—	5

Es zeigt sich die Urinmenge und das spez. Gew. annähernd normal, die täglich ausgeschiedene Harnsäuremenge an der Grenze des normalen Wertes (0,4 g als Minimum der Norm genommen). Vom 16. XI. ab bekam Pat. Harnstoffsalicylat in Dosen von 5 g pro die. Wie aus der kleinen Tabelle hervorgeht, blieb das Präparat ohne irgendwelche Wirkung auf die Grösse der täglichen Harnsäureausscheidung; von 0,44 g fällt sogar die Menge der Harnsäure bis auf 0,37 bis 0,36 g. Das, was fast regelmässig bei Gichtkranken zu beobachten ist, das Absinken der Harnsäureausscheidung unter den normalen Wert, war also auch hier eingetreten. Die an das Präparat zu stellende Forderung, die Menge der täglich ausgeführten Harnsäure über die Norm zu erhöhen, hatte sich nicht erfüllt.

Aber auch auf die Diurese übte das Harnstoffsalicylat hier keinen eklatanten Einfluss aus. Die Harnmengen vom 16. und 17. XI. sind normal und gleichen denen, die Pat. ohne Einnahme des Präparats aufwies. Am 3. Tag tritt allerdings eine beträchtlichere Vermehrung der Harnmenge ein, doch schon am 19. XI. kehrt das Volum zur Norm zurück. Leider musste der Versuch abgebrochen werden, da der Pat. das Spital verliess.

Ein Einfluss des Präparats auf das Allgemeinbefinden war weder im günstigen noch im ungünstigen Sinn zu bemerken. Der Appetit blieb ungestört, ebenso die Verdauung; kein Ohrensausen. Der Harn blieb eiweiss- und zuckerfrei.

Der letzte Versuch wurde ebenfalls an einem Fall mit echter Arthritis urica, und zwar in der Zeit zwischen zwei Anfällen, vorgenommen.

Johann Ruppert, 76 Jahr, Gärtner bei einem Brauereibesitzer, war früher lange Zeit Braubursch gewesen. Über hereditäre Verhältnisse ist nichts von ihm zu erfahren, ebensowenig Sicheres über frühzeitige Exzesse in Baccho; stärkeres Potatorium in den letzten Jahrzehnten sicher erwiesen. Mit 20 Jahren trat er in eine Brauerei ein. 22 Jahre alt bekam er seinen ersten typischen Gichtanfall: die beiden ersten Metatarsophalangealgelenke schwollen unter starker Rötung und Schmerzhaftigkeit an. In den folgenden Jahren wurden während der Anfälle auch eine Reihe anderer Gelenke befallen, zunächst die übrigen Metatarsophalangealgelenke beider Füsse, dann auch Fussgelenk und Knie und anscheinend ziemlich gleichzeitig damit Handgelenk und Fingergelenke. Als er mit 62 Jahren, also 40 Jahre nach seinem ersten Gichtanfall, zum ersten Mal in der hiesigen medizinischen Klinik zur Beobachtung kam, bot er folgendes Bild: Beiderseits die Hand- und sämtliche Fingergelenke deformiert und akut geschwollen, schmerzhaft, ihre Beweglichkeit stark eingeschränkt, der ganze Handrücken und die Gelenkenden der Phalangen sehr stark aufgetrieben, bei Bewegung der letzteren gegen einander grobes Reiben. Das linke Kniegelenk zwar nicht geschwollen, aber schmerzhaft und in seiner Beweglichkeit beschränkt. Fussgelenk frei. Sämtliche Metatarsophalangealgelenke deformiert, die Gelenkkapseln walnussgross aufgetrieben. Die Stellung der Zehen ganz regellos, der Hallux beiderseits schräg nach aussen umgelegt. Im übrigen Patient ganz normal; Allgemeinbefinden gut; kein Fieber. Im Urin kein Eiweiss. Seit dieser ersten Behandlung war Pat. 16mal zur Behandlung akuter Gichtanfälle längere Zeit in der hiesigen medizinischen Klinik, von 1891 an jedes Jahr ein bis zwei Mal. Im Durchschnitt hat er in dieser Zeit jährlich etwa 10 Anfälle gehabt, im Frühjahr und Herbst gewöhnlich mehrere hinter einander; im Krankenhaus selbst wurden eine ganze Reihe typischer Gichtattacken beobachtet. Ende 1890 trat zum ersten Mal Eiweiss in seinem Harn auf; damals wurden auch die starken Auftreibungen an den Händen und an den Füssen incidiert und neben Eiter Massen von Harnsäure und harnsauren Salzen entleert, sodass an der gichtischen Natur des Leidens auch nicht der leiseste Zweifel mehr bestehen konnte. Hände und Füsse waren jedesmal und am stärksten betroffen, daneben immer — es war dies nach den einzelnen Anfällen verschieden — eine Anzahl anderer Gelenke: bald ein, bald beide Fussgelenke, ferner Kniegelenk, Schulter- und Ellbogen-

gelenk; einmal die Synchondrose zwischen der ersten linken Rippe und dem Sternum; ferner war während eines Anfalls Anfang 1898 die Haut der beiden Unterschenkel ödematös geschwollen. Am 22. X. 1898 hatte Pat. seinen letzten Anfall. Bei seiner Aufnahme in die Klinik am 28. X. zeigen sich, neben den chronischen Deformationen an den Phalangen von Hand und Fuss, beide Füsse sehr stark geschwollen und äusserst schmerzhaft; auf dem Rücken der linken Hand, über dem Ulnarrand, besteht eine hühnereigrosse fluktuierende äusserst schmerzhafte Geschwulst, die Haut über ihr stark gerötet. Allgemeinbefinden schlecht; Steigerung der Körpertemperatur auf 38,0—38,5; Urin etwas trüb, 850 ccm, enthält Eiweiss (1/2 ‰ *Esbach*), ausserdem mässig viele granulierte, ganz vereinzelte epitheliale Cylinder und reichlich weisse Blutzellen. Körpergewicht 110 ℔. Unter Behandlung mit Salipyrin und durch Einwicklungen der betroffenen Stellen gehen die akuten Erscheinungen schnell zurück. Zu Beginn der quantitativen Harnsäurebestimmungen des Urins am 24. XI. besteht noch der grosse Gichtknoten an der linken Hand und die kleinen Schwellungen an den Füssen, aber alle akut entzündlichen Erscheinungen sind vollkommen verschwunden, der Anfall ist also bei Aufnahme der Harnuntersuchungen bereits vorüber, die Stoffwechselverhältnisse, wie sie während der Dauer meines Versuchs vorliegen, sind die der chronischen Gicht.

Tag	Temperatur	Volum ccm	Spez. Gew.	100 ccm Harn werden neutralisiert durch . . . g NaOH	Harnsäure g	Eiweiss	Präparat g
4. XI.	15°	1370	1012,5	—	0,315	vorhanden	0
6. XI.	15°	2065	1009	—	0,344	vorhanden	0
7. XI.	15°	1840	1010,5	0,0816	0,302	vorhanden	0
8. XI.	15°	1395	1011	—	—	vorhanden	0
9. XI.	15°	1885	1010,5	0,0976	0,355	1/2 ‰ *Esbch*	0
10. XI.	15°	1500	1011,5	0,0944	0,271	vorhanden	0
11. XI.	15°	2015	1010,5	—	—		0
12. XI.	15°	1750	1009,5	—	—		0
13. XI.	15°	1950	1009	—	—	vorhanden	5
14. XI.	15°	1500	1010	—	—	vorhanden	5
15. XI.	15°	1675	1011,5	—	0,323	1/4 ‰ *Esbch*	4
16. XI.	14°	1505	1012,5	0,0976	0,413	1/5 ‰ "	ausges.
17. XI.	15°	1555	1010,5	0,0992	0,266	1/5 ‰ "	3
18. XI.	15°	1800	1010	0,1056	0,305	1/3 ‰ "	3
19. XI.	17°	1965	1011,5	0,1104	0,276	1/4 ‰ "	3
20. XI.	15°	2090	1010	0,1024	0,335	1/3 ‰ "	definitiv
21. XI.	15⁵	1990	1010,5	—	—	1/4 ‰ "	ausges.
22. XI.	15°	2000	—	—	—	vorhanden	
23. XI.	15°	1890	1008,5	—	—	vorhanden	
24. XI.	15°	1950	1010,5	—	—	1/2 ‰ *Esbch*	

Wie die Tabelle zeigt, waren die täglich ausgeschiedenen Harnsäuremengen des Pat. konstant subnormal; das Minimum der normalen Ausscheidungsmenge pro die wurde überhaupt nicht erreicht; der höchste Wert war 0,35 g, diesem steht gegenüber ein kleinster Wert von 0,27 g.

Die Einverleibung des Harnstoffsalicylats alterierte diese Zahlenverhältnisse nicht. Es wurde zwar einmal das physiologische Minimum mit 0,41 g erreicht, aber im ganzen schwankten die Ausscheidungsmengen doch um 0,3 g, an zwei Tagen gingen sie bis auf 0,27 und 0,26 g herunter. Eine Beeinflussung des Organismus im Sinne einer Erhöhung der Harnsäureausscheidung fehlt demnach vollständig.

Die täglichen Harnmengen waren zuletzt, offenbar durch das Präparat, unzweifelhaft etwas erhöht, aber nicht wesentlich. Die Tage eingerechnet, an denen nach Schluss der Zufuhr von Präparat noch Salicylsäurereaktion im Harn vorhanden war, an denen also das Harnstoffsalicylat noch seine Wirkung aller Wahrscheinlichkeit nach ausüben konnte, ergibt sich im Durchschnitt ein Tagesquantum von etwa 1800 ccm, während bei Abwesenheit des salicylsauren Harnstoffs im Mittel 1700 ccm ausgeschieden wurden. Die postulierte Wirkung des Präparats auf die Harnsäureausscheidung ist also auch bei diesem Gichtkranken, wie bei dem Pat. Hertle, vollkommen ausgeblieben; dagegen ist die Beeinflussung der Diurese bei Gicht durch den Befund auch an dem Pat. Ruppert bestätigt worden.

Die Acidität erscheint, soweit sie bestimmt wurde, bei Darreichung des Präparats gegenüber der Norm um ein Geringes erhöht. Das spezifische Gewicht ist unverändert geblieben. Ebenso war in der Färbung des Harns kein Unterschied zu konstatieren, er war immer etwas trüb und blassgelb, wie zuvor. Sedimentum lateritium oder krystallinische Harnsäure ist nie ausgefallen, selbst nicht in Harnresten nach mehrtägigem Stehen, ohne Unterschied, ob Präparat gegeben worden war oder nicht. Der Eiweissgehalt blieb unverändert, ebensowenig erfuhr der Gehalt des Urins an Formelementen, weder quantitativ noch qualitativ, eine Veränderung. Zucker trat auf das Präparat hin nicht auf.

Die fortgesetzte Darreichung des Harnstoffsalicylats stiess bei dem Pat. Ruppert schon nach wenigen Tagen insofern auf



Schwierigkeiten, als die Toleranz für Dosen von 5 und 4 g ganz schlecht war. Schon am dritten Tag bekam der Pat. Aufstossen und Druckgefühl im Magen, offenbar infolge einer durch das Präparat hervorgerufenen Reizung der Magenschleimhaut, wie das ja von reinem Harnstoff und von reiner Salicylsäure bekannt ist. Nach eintägiger Pause wurden aber 3 g mehrere Tage hindurch gut vertragen, dann jedoch auch sie nicht mehr, sodass mit der Medikation abgebrochen werden musste. Es ist diese nachteilige Wirkung auf den Magen eines so alten Mannes, wie es unser Patient war, an sich nicht verwunderlich, aber doch ein Umstand, der in Rechnung zu ziehen ist.

Die Kost des Pat. wurde für die Dauer des ganzen Versuchs qualitativ wie quantitativ möglichst gleichmässig gestaltet. Pat. bekam täglich mittags Schleimsuppe 370 g, Mehlspeise 200 g, Kompot 140 g; abends Schleimsuppe 350 g, Kalbfleisch 120 g; ausserdem vier Tassen Milch, 1 Tasse Kaffee, 1/2 Liter Bier, 3 Weissbrote und wurde gehalten, auch alles wirklich zu verzehren.

Trotz der Gleichförmigkeit der Ernährung, trotzdem Pat., der sich nach seinem ganzen Verhalten zu einem derartigen Versuch vortrefflich eignete, ständig zu Bett lag, und trotzdem jede kleinste Menge Urin aufgefangen wurde, enthalten die Zahlen der mitgeteilten Versuchsreihe zweifelsohne gewisse Ungenauigkeiten insofern, als man nicht genau weiss, ob auch täglich gleich grosse Mengen der aufgenommenen Nahrung resorbiert wurden, ob nicht durch Schweisse Alterierungen der Harnbildung mitunterliefen. Es gilt das in gleicher Weise von allen anderen hier mitgeteilten Versuchsreihen, bei denen ebenfalls so exakt als möglich verfahren wurde. Und ausserdem ist beim Vergleich der Resultate aller in dieser Arbeit mitgeteilten Einzelbefunde unter einander immer noch der Umstand zu erwägen, dass eben verschiedene Organismen verschieden arbeiten. Aber das alles sind Mängel, die bei jeder derartigen Stoffwechseluntersuchung nicht vollkommen umgangen werden können.

Zum Vergleich der harnsäurelösenden und der diuretischen Wirkung des von mir untersuchten Harnstoffsalzes der Salicylsäure mit der in der gleichen Richtung sich bewegenden Wirkung des reinen Harnstoffs machte ich eine Reihe von Tagen hindurch an mir selbst einen Versuch mit Harnstoffdosen, wie sie ungefähr den früher angewendeten des Salicylats entsprechen.

Tag	Temperatur	Volum ccm	Spez. Gew.	100 ccm Harn werden neutralisiert durch . . . g NaOH	Harnsäure g	Harnstoff g
2. IX.	14°	1510	1024	0,1648	0,870	5
3. IX.	16°	1900	1023	0,1088	1,002	5
4. IX.	28°	2510	1014	0,1216	1,022	5
5. IX.	20°	1855	1020	0,1888	0,901	5
6. IX.	20°	1615	1021	0,1920	0,929	5
7. IX.	24°	2220	1015	0,1520	1,074	0
8. IX.	24°	1255	1021	0,2512	—	0
9. IX.	29½	1375	1022	0,2000	1,168	0

Die Kost war, einem Wechsel äusserer Verhältnisse entsprechend, gegenüber jenen ersten Versuchen (S. 17) etwas verändert, sie bestand aus täglich zwei Tassen Kakao, mittags Fleischsuppe mit verschiedenen Einlagen, Rindfleisch mit Gemüse, Braten mit Salat, Obst, abends Schinken, Cervelatwurst mit Butterbrot in annähernd gleichen Mengen, ferner 1 Liter Bier und 500 ccm Wasser. Die normale Harnausscheidung belief sich nach der Tabelle auf etwa 1300 ccm, die tägliche Harnsäuremenge betrug ca. 1 g.

Dem steht gegenüber bei einer täglichen Zufuhr von 5 g Carbamid eine Harnabsonderung von etwa 1800 ccm, also eine Vermehrung von etwa 500 ccm pro die. Die Harnsäureausscheidung ist unverändert, 1 g im Durchschnitt.

Bei Einverleibung von Harnstoffs a l i c y l a t ist das Verhältnis der Harnsekretion sowie der Harnsäurebildung zur Norm annähernd das gleiche, wie nach Eingabe von reinem Harnstoff (S. 18): die Harnsäureausscheidung nicht oder kaum alteriert, die Harnmengen vermehrt um etwa 550 ccm pro die. Auffällig ist das starke Ansteigen der Urinmengen am 4. IX. von 1900 auf 2500 und am 7. IX., dem ersten Tag, an dem kein Harnstoff mehr genommen wurde, von 1615 auf 2220 ccm, obwohl die Flüssigkeitszufuhr ganz die gleiche blieb. Ich habe den Eindruck, dass der fortgesetzt eingeführte Harnstoff bis zu einem gewissen Grad im Organismus zurückgehalten wird und erst, wenn eine bestimmte Grenze in dem Harnstoffgehalt des Bluts und der Säftemasse erreicht ist, nun auf einmal durch Kumulativwirkung die Nierenepithelien veranlasst, grosse Flüssigkeitsmengen

durchtreten zu lassen. Am nächsten Tag sinkt die Diurese dann um so steiler ab, in meinem Versuch von 2510 auf 1855 bezw. von 2220 auf 1255 ccm — obwohl in den beeinflussenden Faktoren nicht die geringste Veränderung vorgegangen war.

Der Vergleich der Wirkung des reinen Harnstoffs auf Harnsäureausscheidung und auf Diurese des Gesunden mit derselben Wirkung des salicylsauren Harnstoffs zeigt die grösste Übereinstimmung beider: durch beide wird die Harnsäureausscheidung nicht alteriert, beider diuretische Wirkung ist ganz bedeutend und mit einander verglichen wesentlich dieselbe. Bei der Einwirkung des Harnstoffsalicylats auf den kranken Organismus und speziell auf den Stoffwechsel bei Arthritis urica haben meine Untersuchungen eine Erhöhung der Harnsäureausfuhr nicht ergeben, aber auch die Diurese erscheint bei Zuführung des Präparats nicht ganz in dem Masse gesteigert, wie das von reinem Harnstoff bekannt ist. Über die harnsäurelösende und die diuretische Wirkung des letzteren auf den Kranken habe ich selbst keine Untersuchungen gemacht; auch habe ich in der Litteratur ganz präcise Angaben über die Erhöhung der Harnsäureausscheidung durch Harnstoffmedikation beim Kranken nicht finden können, während andererseits sein guter diuretischer Einfluss sicher dargethan ist. Wenn es auch scheinen möchte, als wäre der reine Harnstoff dem salicylsauren an Grösse der diuretischen Wirkung überlegen, so finde ich doch bei eingehendem Vergleich z. B. auch von Tabellen, die mir von Fällen aus der hiesigen medizinischen Klinik vorgelegen haben, dass ein Unterschied in der diuretischen Wirkung beider, etwa zu Ungunsten des Salicylats, nicht besteht.

Alles in Allem genommen, glaube ich das Resultat meiner Untersuchungen und Beobachtungen folgendermassen zusammenfassen zu können:

Durch das von mir geprüfte Carbamidsalicylat, Monocarbamidsalicylat vom Schmelzpunkt 112—115°, hat der für die Therapie der Arthritis urica bisher zur Verfügung stehende Arzneischatz eine wertvolle Bereicherung nicht erfahren. Aber es dürfte immerhin von theoretischem Interesse sein, über die Einwirkung einer Verbindung aus der Gruppe der Harnstoffsalicylate auf die Harnsäureverhältnisse und die Harnsekretion im allgemeinen, wie bei der Gicht im besonderen die für eine pharmakologische Be-

urteilung der Verbindung erforderlichen experimentell gewonnenen Daten zu besitzen. Praktisch brauchbar erscheint das Präparat als Diureticum; als solches kann es mit dem reinen Harnstoff auf eine Stufe gestellt werden. In besonders geeigneten Fällen wird es vielleicht wegen seines Gehaltes an Salicylsäure dem Harnstoff und anderen Diureticis vorzuziehen sein, dann nämlich, wenn es darauf ankommt, ausser einer diuretischen auch eine antifebrile und antirheumatische Wirkung zu erzielen. Ob diese Annahme zutrifft, würden neue therapeutische Versuche mit dem Carbamidsalicylat zu erweisen haben.

Vorstehende Arbeit wurde im Wintersemester 1897/98 und Sommersemester 1898 im physiologischen Institut zu Erlangen ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. *J. Rosenthal* für sein gütiges Entgegenkommen und für die Überlassung der Hilfsmittel des Instituts, Herrn Professor Dr. *A. von Strümpell* für die bereitwillige Gewährung der Benutzung von Krankenmaterial meinen ergebensten Dank auszusprechen. Zu besonderem Dank bin ich Herrn Dr. med. et phil. *Oscar Schulz*, I. Assistenten am Erlanger physiologischen Institut, verpflichtet, der die obigen Untersuchungen durch Rat und That mit grösster Liebenswürdigkeit gefördert hat.

Ueber die Energie von Röntgenstrahlen.

Von A. Moffat.

Aus dem physikalischen Institut der Universität Erlangen.

Trotz der zahlreichen Untersuchungen über Röntgenstrahlen ist doch noch sehr wenig über die in ihnen enthaltene Energie bekannt. Bei der einzigen genaueren, hierher gehörigen Arbeit von E. Dorn[1]), welcher die durch Röntgenstrahlen entwickelte Wärme maass, ist nicht die Zahl und die Dauer der Entladungen, welche die Röntgenstrahlen hervorrufen, bestimmt.

Auf Veranlassung von Herrn Professor E. Wiedemann habe ich diese Lücke auszufüllen gesucht. Trotzdem ich leider die Arbeit nicht vollkommen zum Abschluss bringen konnte, möchte ich doch die angewandte Methode und die erhaltenen Resultate kurz beschreiben, da dieselben die Grössenordnung der auftretenden Werte erkennen lassen.

Zuerst ermittelte ich in Hefnerkerzen die Lichtmenge, welche durch Röntgenstrahlen auf einem Bariumplatincyanürschirm erzeugt wird. Dazu wurde auf einer optischen Bank an dem einen Ende der Bariumplatincyanürschirm mit der Röntgenröhre, an dem anderen Ende die Normallampe und dazwischen das Photometer angebracht. Die Röntgenröhre stammte von der Electricitätsgesellschaft Voltohm in München; ihre Antikathode bestand aus einem mit einem Platinblech bedeckten Kupferstück und war in einem Winkel von 45° gegen die Achse der Lampe geneigt. Den elektrischen Strom lieferte eine 20plattige Influenzmaschine, welche durch einen Wassermotor von A. Schmid in Zürich getrieben wurde. Den Wasserzufluss regulierte ich so, dass der Motor zwei Umdrehungen in der Sekunde machte. Durch Vorschalten einer Funkenstrecke vor die Röntgenröhre wurden die Röntgenstrahlen möglichst

---

[1]) E. Dorn, Wied. Ann. 63 p. 160, 1897.

intensiv gemacht. Durch einen Luftstrom, der stets zwischen den Kugeln der Funkenstrecke hindurchgeblasen wurde und der alle Staubteile aus der Luft entfernte, wurde bewirkt, dass der Funke kurz abriss.

Die Röntgenlampe mit der Funkenstrecke befand sich in einem hölzernen Kasten, dessen eine Seite aus dicker Pappe bestand. Die Röhre wurde derselben möglichst genähert. Dort, wo die Röntgenstrahlen austraten, wurde in die Pappe ein Loch von 6 cm Durchmesser gebohrt, das mit dünnem, schwarzem Papier bedeckt wurde. Auf der anderen Seite des Lochs war der Bariumplatincyanürschirm befestigt, vor demselben befand sich ein Pappschirm, in den ebenfalls ein kleines Loch gebohrt war, so dass das Fluorescenzlicht des Bariumplatincyanürschirmes von demselben auszugehen schien. In einfacher Weise konnte die Influenzmaschine kurz geschlossen werden. Als Vergleichslampe benutzte ich die Hefner'sche Amylacetatlampe. Da vorläufige Versuche ergeben hatten, dass das von dem Fluorescenzschirm ausgehende Licht sehr schwach war, so musste auch das Licht der Normallampe bedeutend geschwächt werden. Dazu wurde die Lampe in einen Holzkasten gesetzt, durch den stets frische Luft cirkulierte. Der Kasten wurde auf der einen Seite durchbohrt und die Öffnung mit durchscheinendem Papier beklebt. Zur passenden Färbung und Abschwächung des Lichts wurde noch eine Scheibe aus grünem und aus Rauchglas vor dem Papier aufgestellt. Wie bei dem Bariumplatincyanürschirm, so wurde auch hier ein Schirm mit einem kleinen Loch vor die Glasscheiben gesetzt, so dass das Licht von dem letzteren auszugehen schien. Bei der geringen zur Beobachtung gelangenden Intensität konnte kein Lummer-Brodhun'sches oder Bunsen'sches Photometer angewendet werden. Die von dem Bariumschirm und der Hefnerlampe ausgehenden Strahlen fielen je auf einen von zwei zu einander senkrecht stehenden Spiegeln, die in einer vertikalen Kante zusammenstiessen, wurden an ihnen reflektiert und durch das Auge auf ihre Helligkeit verglichen. Durch Verschieben dieses Photometers längs der optischen Bank wurden die Bilder der beiden Lichtquellen auf gleiche Helligkeit gebracht.

Um die scheinbare Grösse der in beiden Spiegeln entstehenden Bilder möglichst gleich zu machen, wurden unmittelbar vor die beiden Lichtquellen verschiedene Pappscheiben mit passend

grossen kreisförmigen Löchern gesetzt; stand das Photometer der einen Lichtquelle näher, so wurde eine kleinere Öffnung benutzt. Die Intensität des von dem durchscheinenden Papier ausgehenden Lichtes wurde mittels des Lehmann'schen[1]) Photometers bestimmt. Aus meinen Messungen ergab sich, dass das von dem Papier emittierte Licht $^1/_{20}$ von dem der Hefnerlampe war. Hierauf bestimmte ich die Extinction des grünen und des Rauchglases nach bekannten Methoden[2]) und erhielt durch Multiplication beider den Betrag, um den das durchgegangene Licht im Vergleiche zum auffallenden geschwächt war. Ich benutzte vier verschieden intensiv gefärbte Rauchgläser, A, B, C, D. Zusammen mit dem grünen Glas angewandt ergab sich die Helligkeit des von dem durchscheinenden Papier ausgehenden Lichts: bei Anwendung von

A $^1/_{5000}$ Hefnerlampe
B $^1/_{11000}$ „ „
C $^1/_{16000}$ „ „
D $^1/_{50000}$ „ „

Wenn wir den Effekt der Röntgenstrahlen mit demjenigen der Lichtstrahlen vergleichen wollen, müssen wir bei beiden bestimmen, wie gross die ausgesandte Energie in gleichen Zeiten ist. Die Hefnerlampe sendet ununterbrochen Licht aus, von der Röntgenröhre dagegen gehen nur während kurzer Zeiten X-Strahlen aus. Um wenigstens eine obere Grenze für die Grösse dieser Zeiten zu erhalten, wurde vor dem Fluorescenzschirm ein Spalt angebracht, der mit Hilfe eines rotierenden Spiegels betrachtet wurde. Da das Bariumplatincyanür nicht nachleuchtet, so müsste man, falls die Röntgenstrahlen längere Zeit anhielten, den Spalt in dem rotierenden Spiegel verbreitert sehen[3]). Das Bild im rotierenden Spiegel wurde aber sicherlich nicht um mehr als $^1/_{10}$ verbreitert. Da der Spalt 3 mm breit war, der Spiegel in der Entfernung von 27,5 cm vom Spalt sich befand und ungefähr 10 Umdrehungen in der Sekunde machte, so ergiebt sich, dass,

---

[1]) E. W. Lehmann, Wied Ann. 49 p. 672.

[2]) E. Wiedemann u. H. Ebert, Physik. Prakt. III. Aufl. p. 224.

[3]) Offenbar könnten wir diese Methode, falls der Bariumplatincyanür nachleuchtete, nicht anwenden, da das Bild im rotierenden Spiegel schon wegen der Phosphorescenz sich verbreitern würde.

falls das Bild um $^1/_{10}$ verbreitert worden wäre, die Zeitdauer der Strahlung gewesen wäre

$$\tau = \frac{1}{120000} \text{ sek.}$$

Wir können hieraus schliessen, dass die durch eine jede Entladung hervorgerufenen Röntgenstrahlen nicht länger als $^1/_{100000}$ Sek. andauern. Diese Zahl wollen wir als obere Grenze unseren späteren Berechnungen zu Grunde legen; sie stimmt mit den von H. Morize kürzlich gefundenen Ergebnissen überein[1]).

Um die Dauer der während einer Sekunde ausgesandten Röntgenstrahlen zu erhalten, müssen wir die Dauer einer jeden Entladung noch mit der Anzahl derselben in einer Sekunde multiplizieren.

Um die letztere zu bestimmen, wurde eine Methode von E. Wiedemann[2]) benutzt. In den Schliessungskreis, welcher die Funkenstrecke und die Röntgenlampe enthielt, wurde ausserhalb der Kiste eine aufrecht stehende Geissler'sche Röhre geschaltet. Parallel hiermit wurde eine zweite Geissler'sche Röhre aufgestellt, welche durch einen Inductionsapparat, dessen Unterbrecher aus einer Stimmgabel mit 100 Schwingungen in der Sekunde bestand, erleuchtet wurde. Betrachtet man die Bilder der beiden Röhren in einem rotierenden Spiegel, dann lässt sich leicht das Verhältnis zwischen der Anzahl der Entladungen in beiden feststellen. Die Zahl derselben in dem die Röntgenröhre enthaltenden Schliessungskreis in der Sekunde war ungefähr 90. Die ganze Zeitdauer, während welcher Röntgenstrahlen emittiert wurden, ist daher $90 \times {}^1/_{100000} = {}^1/_{1000}$ der ganzen Versuchszeit[3]).

Meine Versuche ergaben die folgenden Resultate. Dabei bedeutet a die Entfernung der beiden Kugeln in der Funkenstrecke, b das Glas, durch das das Licht in der Hefnerlampe geschwächt wurde, c in cm die Entfernung des Photometers von dem Papier vor der Hefnerlampe, d seine Entfernung von dem Fluorescenz-

---

[1]) H. Morize, C. R. **127** p. 546 1898.

[2]) E. Wiedemann, Wied. Ann. **10** p. 210 1880.

[3]) Zwischen den hellen Entladungen, welche die Röntgenstrahlen hervorrufen, beobachtete ich ungefähr ein halbes Dutzend schwacher Bilder. Die Zahl der letzteren nahm ab, sobald die Länge der Funkenstrecke verkleinert wurde, sie rühren wahrscheinlich von Entladungen der Wände der Röntgenröhre her.

schirm, e die Intensität der Luminescenz des Schirms verglichen mit derjenigen der Hefnerlampe.

a	b	c	d	e
14 mm	A	80	118	4×10^{-4}
13	A	97	101	2 „
12	A	105	93	1,6 „
11	A	120	78	0,8 „
10	B	105	93	0,7 „
9	B	116	82	0,5 „
8	C	109	89	0,4 „
7	C	117	81	0,3 „
6	D	140	58	0,03 „
5				sehr schwach.

Die Luminescenzintensität des Schirms ist also ungefähr 4×10^{-4} Hefnerkerzen, wenn die Funkenstrecke 14 mm beträgt, und nimmt mit abnehmender Funkenstrecke rasch ab.

Bei diesen Berechnungen habe ich angenommen, dass die Röntgenstrahlen ganz von dem Fluorescenzschirm absorbiert werden. Dies ist erlaubt, da die Helligkeit eines zweiten Schirms hinter dem ersten nur $1/8$ von derjenigen des ersten war. Die Korrektion für den Betrag an Röntgenstrahlen, der nicht im ersten Schirm absorbiert wurde, ist daher nur 10 %, eine Zahl, die wir vernachlässigen dürfen, da es sich von vornherein nur um die Bestimmung der Grössenordnung handelt.

Um die wirkliche Intensität der Röntgenstrahlen mit der der Hefnerlampe zu vergleichen, müssen wir berücksichtigen, dass die Röntgenstrahlen diffus von der Antikathode ausgehen und Luminescenz hervorrufen, welche diffus nach allen Richtungen von dem Fluorescenzschirm ausgeht. Ist daher die Entfernung der Antikathode von dem Schirm r, so erhält jeder Teil des Schirms einen Betrag, der proportional $1/r^2$ der Intensität der ganzen Strahlung ist. Der Radius der Kugel der Röntgenröhre war 4,2 cm, die Entfernung derselben von dem Schirm 2 cm, die Entfernung der Antikathode von dem Schirm war also 6,2 cm. Die Intensität der Strahlung der Antikathode ist also $(6{,}2)^2 = 38{,}4$ mal grösser, als der oben angeführte Betrag d. h. $38{,}4 \times 4 \times 10^{-4} = 154 \times 10^{-4}$ Hefnerlampe.

Nehmen wir an, dass die Gesamtenergie der Röntgenstrahlen in Lichtenergie verwandelt wird, dann entspricht die Intensität der Röntgenstrahlen 154×10^{-4} Hefnerlampe. Die Lichtenergie der

Hefnerlampe ist nach O. Tumlirz 0,189 Watt[1]), die Energie des Luminescenzlichts, welches von den Röntgenstrahlen erzeugt worden ist, ist 0,002911 Watt. Die Luminescenzerregung der Röntgenstrahlen dauert aber, wie wir gefunden haben, nur $^1/_{1000}$ der ganzen Zeit. Würden die Röntgenstrahlen continuierlich ausgestrahlt werden, so würden wir für die Energie der Luminescenz 2,91 Watt erhalten. Nach Versuchen von Herrn E. Wiedemann[2]) ist der Umwandlungsfaktor der Energie von Lichtstrahlen in Luminescenz im Maximum ungefähr 4%. Besteht dasselbe Verhältnis für die Umwandlung der Energie der Röntgenstrahlung in Luminescenz, so erhalten wir für den Effekt der Röntgenstrahlen einen Wert von 73 Watt, welche 18 gr. cal. pro Sek. entspricht. Der Effekt der Sonnenstrahlung, welche auf 1 cm ^{2} fällt, ist 0,035 gr. Cal. pro Sek., so dass die von der Kathode ausgehenden Röntgenstrahlen, falls sämtliche senkrecht auf 1 cm ^{2} fielen, einen $\frac{18}{0{,}035} = 500$ mal grösseren Effekt hervorrufen würden, als die Sonnenstrahlen. Ungefähr denselben Wert können wir aus Herrn Dorn's[3]) Versuchen ableiten. Er findet für die Gesamtstrahlung während einer Sekunde 1,51 mgr. cal. Nehmen wir an, dass die Strahlung auch bei ihm nur $^1/_{1000}$ Sek. dauert, so würden wir aus seinen Bestimmungen 1,51 gr. cal. pro Sek. erhalten, was der Grössenwirkung nach mit meinem Resultat übereinstimmt. Nach den Versuchen von E. Wiedemann und H. Ebert[4]) ist der Effekt der Kathodenstrahlen $1{,}4 \times 10^5$ mal grösser als der der Sonne, ist also viel grösser als derjenige der Röntgenstrahlen. Der Umwandlungscoefficient von Kathodenstrahlen in Röntgenstrahlen ist daher sehr klein.

Schluss. Der Effekt der Röntgenstrahlen d. h. ihre Energie, dividiert durch ihre Zeitdauer, ist viel grösser, als gewöhnlich angenommen wird, er entspricht ungefähr 1 bis 10 gr. cal. pro Sek.

Herrn Professor E. Wiedemann und Dr. E. Müller möchte ich noch meinen Dank für ihre Hülfe bei diesen Versuchen aussprechen.

Erlangen, Physikalisches Institut, 8. Nov. 1898.

---

[1]) vgl. E. Wiedemann, Wied. Ann. **66** p. 61. 1898.

[2]) E. Wiedemann, Wied. Ann. Bd. 37 p. 233. 1889, und Sitzungsber. phys. med. Soc. Erlangen 1888.

[3]) E. Dorn, Wied. Anm. 63 p. 175.

[4]) E. Wiedemann und H. Ebert, Sitzungsber. phys. med. Soc. Erlangen 1891.

Über verschimmelte Tapeten.

Von Hans Robert Schmidt.

Aus dem hygienischen Institut zu Erlangen.

Über Tapeten im Allgemeinen und ihr Verhalten bei der Verschimmelung.

Wandbekleidungen sind seit Alters in Gebrauch gewesen, zuerst in Form von Teppichen aus Wolle oder aus Seide, im Mittelalter aus Leder, bis die Gobelins in Aufnahme kamen, die schliesslich nach Einführung des Buntpapierdruckes durch die Papiertapete verdrängt wurden. Diese verschaffte sich mit der fortschreitenden Technik ihrer Herstellung im Laufe der Zeit um so leichter Eingang, als der Preis, besonders für gewisse einfachere Sorten, immer niedriger gestellt werden konnte; freilich nahm mit steigender Billigkeit die Güte und Haltbarkeit ab.

In der neuern Zeit begannen auch die Vertreter der Gesundheitspflege ihre Aufmerksamkeit den Tapeten zuzuwenden, sowohl wegen der gesundheitsschädlichen Farben, die in der Fabrik aufgedruckt zu werden pflegten, als auch wegen etwaiger Infektionserreger, die in den Wohnungen an sie gelangen können.

Von letzterem Standpunkte aus verdienen die neuerdings von England in den Handel gekommenen, sogenannten Gesundheitstapeten den Vorzug, weil sie abwaschbar sind; sie sollen undurchlässig für Staub und Bakterien sein. Infolge ihres hohen Preises fanden sie bisher nur in beschränktem Masse Verwendung.

J. Forster[1]) untersuchte diese Tapete und fand, dass sie aus durchgeleiteter Luft wirklich Keime zurückhalten konnte. Weiterhin liess sich feststellen, dass sie leicht und bei Anwendung einiger Vorsicht auch ohne Schaden mit Lösungen von Desinfektionsmitteln öfters behandelt werden konnte. *Forster* glaubt

---

J. Forster, Gesundheitstapeten. Archiv f. Hygiene. XVII, pag. 124.

deshalb, dass sich das bezeichnete Papier in hohem Grade zur Bekleidung von Wänden in Kranken-, Schlaf- und Kinderzimmern eigne, zumal, wenn es der glatten Mauerwand direkt anliege. Der Sitte in Holland, zwischen Wand und Tapete einen Hohlraum von 2 bis 3 bis 10 cm zu lassen, tritt *Forster* entgegen und behauptet, dass diese Einrichtung Anlass zu einigen Bedenken und zweifellosen Übelständen gäbe. So bilde beispielsweise der Hohlraum zwischen Wand und Tapete, ähnlich den Zwischendecken[1]), nicht selten einen Nistplatz für Mäuse und anderes Ungeziefer und biete somit Gelegenheit für Ansammlung von Schmutz und gesundheitsschädlichem Unrat, der nicht leicht entfernt werden könne.

Erwin von Esmarch[2]) empfiehlt, indem er vor dem Beziehen feuchter Wohnungen warnt, als Wandbelag der Wohnungen namentlich für Kinder- und Schlafzimmer abwaschbare Tapeten, weil sie in einfachster Weise nach Ablauf einer Infektionskrankheit wieder zu reinigen sind.

Linoleum, Linkrusta Walton oder Leder werden bei uns weniger als Wandschutz verwendet, obwohl diese Stoffe den doppelten Vorzug besitzen, dass sie abwaschbar sind, und dass auf ihrer glatten Oberfläche Schmutz und Staub nur wenig haften bleiben können; bei Tapeten aus Wolle, Baumwolle oder Seide ist das Umgekehrte der Fall. Der Hygieniker würde deshalb diese Staubfänger im Interesse der Gesundheitspflege gerne vermissen. An der Billigkeit liegt es, dass heutzutage fast ausschliesslich Papiertapeten zur Bedeckung der Wände verwandt werden.

Auch sie haben den gesundheitlichen Nachteil, dass sie nicht gründlich gereinigt und desinfiziert werden können. Die Oberfläche ist verhältnismässig rauh, besonders bei den wohlfeileren Sorten, und bietet den Keimen und Pilzsporen gute Haftstellen. Beim öfteren Abreiben der Tapeten mit Tüchern würde das Muster entschieden leiden. In den meisten Haushaltungen wird das Entfernen des Staubes von der Tapete nur selten oder nie vorgenommen. Das grosse „Reinemachen" vor den Festen ist in der Regel ein Merkmal für die Thätigkeit von

1) Emmerich, Zwischendecksfüllungen. Zeitschr. f. Biologie. 1882, Bd. XVIII.

2) Erwin von Esmarch, Hygienische Winke für Wohnungssuchende. Berlin 1897, p. 32.

Besen und Scheuertüchern. Durch die Feuchtigkeit der Wand, die sich der Tapete mitteilt, durch Klebematerial, das sich auch an der Oberseite der Tapete finden kann, ist für die Auskeimung der Pilzsporen ein geeigneter Boden geschaffen. Es entstehen, vielfach begünstigt durch Mangel an Licht und frischer Luft, Pilzansiedelungen, die, solange sie oberflächlich und leicht zerstörbar sind, meistens kaum beachtet werden; breiten sie sich aber weiter aus, so lassen sie sich von der Tapete nur schwer entfernen und können vielleicht einen gesundheitlichen, jedenfalls aber einen materiellen Nachteil für die Bewohner dadurch bieten, dass Bilder, Möbel, Kleiderstoffe etc., die mit der Wand in Berührung kommen, der Zerstörung anheimfallen.

Der Hygiene der Wohnung, insonderheit den Wänden, den Dielen, den Möbeln und anderen Gebrauchsgegenständen hat man schon so viel Aufmerksamkeit in mikroparasitärer Hinsicht zugewendet, — die Tapeten sind aber nur spärlich bedacht worden.

In die Wand selbst dringen niedere Organismen wahrscheinlich nicht ein. *Emmerich*[1]) nimmt vielmehr an, dass poröse Steine und Mörtel kein Reservoir für Bakterien, sondern geradezu ein die Bakterien vernichtendes Filter seien. Befände sich an der Wand keine Tapete, so sollen alle Keime, welche die in die Mauer eindringende Luft mit sich führt, an der Oberfläche der Wand oder doch in der obersten Schicht des Mörtels zurückbleiben. Würde die Wand aber feucht, so zerstöre das in der Mauer enthaltene Calciumhydrat jene Keime. Nur wenn der Mörtelbewurf mit sauergärender Flüssigkeit z. B. durch Jauche befeuchtet und dadurch eine Neutralisation des Ätzkalks herbeigeführt werde, käme es zur Entwickelung von Bakterien der verschiedensten Art.

Neueren Ansichten zufolge kommen in derartigen Mauern die Keime vor, die die Bildung von Mauersalpeter bedingen. *Vallin* äusserte diese Ansicht auf dem 9. internationalen Kongresse für Hygiene und Demographie in Madrid[2]) und empfahl zur Verhütung und Beseitigung der Salpeter bildenden

---

1) Emmerich, Die Wohnung. Leipzig 1894, p. 125.

2) E. Vallin (Paris), Desalpetrisation der Mauern; Referat in der Hygienischen Rundschau, Bd. 8, S. 812.

Mikroorganismen Trockenlegung, Fernhaltung der Luft, Kupfersulfatlösung als antiseptisches Mittel und endlich die Einimpfung denitrifizierender Bakterien zur Zerstörung des in den Mauersteinen vorhandenen Salpeters.

Dass sich auf Tapeten Mikroorganismen und darunter Krankheitserreger ansiedeln können, ist eine bekannte Thatsache, namentlich durch die Untersuchungen *E. von Esmarch's*[1]). Dieser Forscher rieb je 25 qcm Wandfläche mit feuchten sterilisierten Schwämmchen ab, die dann zur Anlegung von Gelatine-Rollplatten benützt wurden. Die Zahl der ausgekeimten Schimmelpilze und Bakterienkolonien schwankte zwischen einigen wenigen und 153 bei Tapeten, die Schimmelpilze erwiesen sich meist in der Minderzahl; rauhe und alte Tapeten lieferten mehr Keime als glatte und neue.

Roth[2]) ging auf die Bedingungen näher ein, unter denen Pilzrasen überhaupt auf feuchten Tapeten entstehen können. Er verbreitete sich zunächst über die gesundheitlichen Nachteile nasser Wände und gab der Ansicht Ausdruck, dass man, da der Kalk vermöge seiner desinfizierenden Wirkung die Entwicklung von Infektionskeimen in den Wänden und Decken eher verhindere als begünstige, daran denken müsse, dass die Klebemittel der Tapeten, insbesondere der dazu verwendete Kleister einen für Infektionserreger geeigneten Boden abgeben könnten.

Was den Kleister betrifft, so unterwarf ich mehrere Proben der färberisch-mikroskopischen Untersuchung, wobei sich als Hauptbefund das Vorhandensein von Roggenmehl ergab, ferner einer Prüfung auf Metallgifte und Borsäure, die aber ein negatives Resultat hatte. Arsenige Säure wurde früher häufig als Desinfektionsmittel dem Kleister beigemischt, und obwohl die Verwendung dieser Substanz gesetzlich verboten ist, lag die Vermutung nahe, dass besonders ältere Handwerker sich dem neuen Gesetz nicht fügten. Meine Vermutung bestätigte sich jedoch nicht.

Die Tapetenproben, die meinen Untersuchungen dienten, stammten aus den verschiedensten Gegenden: nicht bloss von

---

[1]) E. v. Esmarch, Zeitschrift für Hygiene 1887. Bd. II, S. 491.

[2]) *Roth, E.*, Über Wohnungshygiene. Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege XXI, 1889, S. 158.

Erlangen standen mir viele Proben, namentlich aus Neubauten, zur Verfügung; ich erhielt auch welche von auswärts, so vom Pfarrhause zu Hütten, von Fraustadt (Posen) und aus Memel.

Zuvörderst wollte ich an Schnitten unter dem Mikroskope verfolgen, in welcher Weise sich die durch die Schimmelpilze bewirkte Veränderung abspiele.

Nachdem sich die Anfertigung von Schnitten mit Hilfe von Hollundermark und Rasiermesser als unzweckmässig erwiesen hatte, benützte ich ausschliesslich das Mikrotom. Als Einbettungsmittel wählte ich zunächst Celloidin; allein es war damit nur ausnahmsweise möglich, einen gleichmässig dünnen Schnitt von 5 μ zu bekommen; im Präparat trennten sich ausserdem Tapeten- und Pilzschichte meistens in störender Weise.

Die gelungenen Präparate wurden der *Gieson*'schen[1]) Doppelfärbung unterworfen, die darin besteht, dass sie eine halbe Stunde lang mit Hämatoxylinlösung behandelt, dann 3—5 Minuten der Einwirkung einer mit gesättigter wässeriger Säurefuchsinlösung bis zum Dunkelrotwerden versetzten wässerigen Pikrinsäurelösung ausgesetzt werden. Nachdem die Schnitte 30 Sekunden lang mit Wasser ausgewaschen waren, erfolgte ihre Einbettung in Glyceringelatine. Da aber besonders die Pilze diese Doppelfärbung nur in sehr geringem Masse annahmen und da bei einiger Abblendung die Beurteilung der Schnitte auch ohne Färbung sehr gut möglich war, so wurde bei weiterem Arbeiten von einer solchen Abstand genommen.

Die Pilzschichten nehmen etwa $^1/_3$ bis $^1/_4$ des Durchmessers des Papiers ein. Das Mycel bildet ein dichtes Gewebe auf der Oberfläche, ohne einen festeren Halt nach innen zu gewinnen. Hierdurch erklärt sich der Umstand, dass sich die Pilzschichten so leicht von der Tapete abheben und beim Schneiden Tapete und Mycel getrennt werden. Von den vielen Hunderten von Präparaten, die ich angefertigt, erhielt ich nur ein einziges, welches veranschaulicht, wie die Sporangien aus der Papiermasse hervortreten. Das Mycellager zeichnet sich als dunkelgelbe Schicht ab, dann folgt die Tapete, und zwar zuerst eine Schicht, die vom Farbstoff durchdrungene Oberseite der Tapete. Die Unterseite zeigt sich weiss und frei von Mycelbildungen.

[1]) v. Kahlden, Technik der histologischen Untersuchung. Jena, 1895, S. 41.

Da ich mit dieser Art der Herstellung von Schnitten zu keinem durchaus einwandsfreien Resultate gelangt war, versuchte ich die Einbettung von Tapetenstücken derselben Grösse (quadratische Stücke von 15 mm Seitenlänge) in Paraffin.

Bei dieser Art der Behandlung glückte es mir, Schnitte bis zu 2 μ Dicke herzustellen. Das Paraffin liess sich leicht mit Xylol entfernen. Die Präparate wurden dann in Canadabalsam oder Glyceringelatine aufbewahrt.

Da es zu weit führen würde, die Befunde an den zahlreichen Schnitten einzeln zu beschreiben, beschränke ich mich darauf, das Facit aus allen einschlägigen Untersuchungen zu ziehen, die darauf abzielten, herauszubekommen, in welcher Weise unter dem Pilzwachstum die Zerstörung der Tapete vor sich gehe, insbesondere ob der Anfang der Pilzwucherung unten, in der Kleisterschicht, einsetze oder auf der bedruckten Aussenseite. Allerdings musste schon der Umstand, dass die Hauptmasse der Pilzrasen auf der Zimmerseite des Papiers lag, zu der Ansicht führen, dass hier der Ausgangspunkt der Infektion sei. Diese Annahme wurde denn auch durch das mikroskopische Bild bestätigt. Man sah in den meisten Fällen, wie das breite Oberflächenmycel seine Fäden in's Innere der Tapetenschichte treibt und zwischen den verfilzten Cellulosefasern durchwuchert. In einem Falle legte der Nachweis von Stärkekörnern an der Aussenseite den Schluss nahe, dass diese jedenfalls zufällige Beschmutzung mit Kleister dazu beigetragen habe, den Nährboden für die Pilze noch geeigneter zu machen. Freilich wurde auch an aussen kleisterfreien Stücken manchmal eine ganz beträchtliche Dicke des Mycels beobachtet, die die des Papiers nicht unwesentlich übertraf. Nur in zwei Fällen konnte auch an der Unterseite die Entwicklung, und zwar von schwarzen Pilzrasen, nachgewiesen werden, während an der Oberseite ein wohl entwickeltes Mycel von hellbrauner Farbe auflagerte. Höchstwahrscheinlich aber waren die schwarzen Pilze die sekundär eingewanderten, denen der Zutritt erst ermöglicht war, als durch die Feuchtigkeit der Wand, durch die Auflockerung der Papierschichte seitens der anderen Pilzmassen und durch die in der Folge bedingte Abhebung von der Unterlage die geeigneten Bedingungen für das Wachstum geschaffen worden waren.

Im allgemeinen, so kann man wohl mit Sicherheit annehmen,

rührt die Verschimmelung der Tapeten von Keimen her, die aus der Zimmerluft oder durch Berührung hingelangen. Wenn sie unter günstigen Verhältnissen zu kleineren oder grösseren Rasen auswachsen, dann treibt das Mycel seine Verzweigungen in's Innere hinein, kann es allmählich völlig durchwachsen und so das Gefüge des Papiers lockern und morsch machen; wo die Tapeten nicht mehr glatt an der Mauer anliegen, können sich auch unterhalb neue Nester von Pilzen bilden.

Hier sei noch angefügt, dass sich an einer einem Erlanger neuen Hause entstammenden Tapete eines unbewohnten Zimmers ausser einem Überzug von schwarzen Schimmelpilzen kleine Tiere in beträchtlicher Menge fanden; nach der im hiesigen zoologischen Institut in dankenswerter Weise vorgenommenen Bestimmung eine Blattlausart (Aphis).

Die Gewinnung der Reinzuchten.

Die Untersuchung konnte ich sofort nach der Entnahme der Tapete von der Wand nicht vornehmen, zumal da die Objekte zum Teil von auswärts bezogen worden waren. Dies ist auch hauptsächlich der Grund gewesen, dass ich auf eine quantitative Untersuchung der Pilzkeime verzichten musste, ich legte überhaupt mehr Wert auf die Bestimmung der verschiedenen Arten der auf und in den Tapeten vorkommenden Schimmelpilze.

Die erste Methode der Isolierung liess mich sehr bald im Stich. Mit der Platinnadel hatte ich versucht, die Keime von der Tapete zu entfernen, auf Agar zu übertragen und damit Platten zu giessen. Auf diese Weise konnte ich aber nur die an der Oberfläche liegenden Pilze abheben, während die in den tieferen Schichten des Papiers befindlichen für den Draht unerreichbar blieben. Ferner erhielt ich mit diesen Übertragungen immer Kolonien von Penicillium, die, wenn andere Pilze zum Wachstum kamen, sie derartig verunreinigten, dass eine Reinkultur zu erlangen erschwert war. Es wurde daher zur Trennung der Pilze und Bakterien die *Král*'sche[1]) Methode angewendet, die mir gute Dienste leistete. Das fein zerkleinerte Objekt wurde mit steriler Kieselsäure vorsichtig und ohne Druck anhaltend in einem sterilen Porzellanmörser verrieben. Von der Ver-

[1]) *Král*, Untersuchungen über Favus. Archiv f. Dermatol. XXIII. II, 85.

reibung wurden eine oder 2 Ösen in verflüssigten, im Wasserbade bei 42° C. gehaltenen Agar übertragen, weitere 2 oder 3 Verdünnungen angelegt und sofort zu Platten ausgegossen. Mit diesem Trennungsmodus erreichte ich es, dass eine grössere Anzahl einzelner Keime isoliert aufgingen.

Dieselbe Methode wurde auch von *Ludwig Waelsch*[1]) mit Erfolg angewendet.

Kroesing und *Sabouraud*[2]) sprechen sich weniger günstig darüber aus. Durch das Verreiben würden die in den Haaren und Schuppen enthaltenen Mycelpartikelchen abgetötet. Man kann ja zugeben, dass bei diesem Verfahren eine Abtötung einzelner Keime erfolgt, wahrscheinlich jedoch ist es, dass der Verlust geringer ist bei schwachem als bei starkem Verreiben. Die Mehrzahl der entwicklungsfähigen Keime dürfte wohl unversehrt bleiben. Der Einwand *Sabouraud*'s fällt für meine Versuche darum weniger in's Gewicht, weil ich es mit reichlich entwickelten Schimmelpilzen zu thun hatte. Bei der Verreibung mit feinem Glaspulver allerdings, die ich ebenfalls versucht habe, schien die Zahl der entwicklungsfähigen Keime vermindert worden zu sein. Es gingen wenigstens nur vereinzelte Kolonien an, sodass ich mich genötigt sah, beim Kieselsäureverfahren zu beharren.

Die Tapete wurde zerkleinert und in 0,5 g präzipitierter und frisch ausgeglühter Kieselsäure verrieben. Die Aussaaten von diesen Verreibungen erfolgten anfänglich auf gewöhnliche Nährgelatine, um auch einen Einblick in die Bakterienflora zu bekommen. Nachdem sich aber gezeigt hatte, dass unter den zahlreichen isolierten Saprophyten keine waren, denen ein besonderes Interesse für die vorliegende Frage abzugewinnen gewesen wäre, und da es sich für mich vornehmlich darum handelte, die Flora der Schimmelpilze zu studieren, so wählte ich in der Folge einen für deren Wachstum geeigneteren sauren Nährboden, nämlich Pflaumeninfus, das nicht allein mit 10 % Gelatine, sondern auch mit $^1/_4$ % Agar festgemacht wurde. Der Agarzusatz erwies sich deshalb als notwendig, weil er verhindert, dass das gelatine-

---

[1]) *Ludwig Waelsch*, Über die Mannigfaltigkeit der Wachstumsformen der pathogenen Schimmelpilze. Archiv f. Dermatol. XXXVII, 6.

[2]) *Kroesing* und *Sabouraud*, Weitere Studien über Trichophytonpilze. Arch. f. Dermatol. XXXV. *Sabouraud*, Les trichophyties humaines. Paris 1894. Thèse.

haltige Substrat von peptonisierenden Keimen allzurasch angegriffen wird. Die Verflüssigung des Nährbodens liess sich damit um mehrere Tage hinausschieben.

Von der Verreibung der Tapete in Kieselsäure wurden mittels Platinöse 3 Verdünnungen hergestellt und in Kulturdoppelschälchen ausgegossen. Nach mehreren Tagen zeigten die beiden ersten Schalen in der Regel so viele Kolonien, dass nur mit der dritten Verdünnung ein Resultat zu erzielen war. Es wurden zehn, aus verschiedenen Wohnungen entnommene Tapetenproben verarbeitet.

Beschreibung der isolierten Schimmelpilze.

Fungi.[1])
I. Phycomycetes. Reihe Zygomycetes.
Fam. Mucoraceae.

1. Mucor Mucedo.

Fruchtträger unverzweigt mit einem endständigen Sporangium, die Kolumella kegelförmig, die Sporangien 100—200 μ dick, bei der Reife schwarz mit feinstachliger Wand. Die Sporangienträger 2—15 cm hoch. Das dichte seidenartig weisse Mycelium bildet später bräunliche Rasen, anfangs bleibt es unverzweigt, zuweilen entwickeln sich einzelne kurze Seitenzweige. Die Sporen sind ellipsoidisch, etwa doppelt so lang als breit.

2. Mucor racemosus.

Die Fruchtträger verzweigt mit mehreren Sporangien, die Seitenäste kürzer als das Hauptstämmchen. Die Sporangienwand zerbricht in Stücke. Die Höhe der Fruchtträger ist 0,5 bis 4 cm. Die Breite der braunen und glatten Sporangien beträgt meist 50—60 μ. Die Sporen sind gelblich, kugelig oder fast kugelig, 3–4 μ im Durchmesser.

3. Mucor erectus.

Fruchtträger bis 1 cm hoch, nicht einzeln stehend, sondern verzweigt mit mehreren Sporangien. Die Columella ist citronen-

[1]) Nach der systematischen Einteilung in dem Lehrbuch der Botanik von *Reefs*, Stuttgart 1896, pag. 252.

förmig spitz. Die Seitenäste kürzer als der Hauptast. Sporen grau und kugelig oder elliptisch. Sporangien 15—35 μ breit.

Bemerkenswert wegen seines Wachstums bei Brutschranktemperatur. In die Blutbahn des Kaninchens injiciert, bringt er keine auffallende Störung der Lebensthätigkeit des Tieres hervor.

4. Mucor stolonifer.

Es ist dies zum Unterschiede von M. Mucedo und erectus ein Mucor, der ausser den kriechenden Mycelfäden und den meist büscheligen Fruchtträgern mit weithin bogig sich verbreitenden und Rhizoidbüschel tragenden Ausläufern versehen ist. Die Sporen sind bei diesem unregelmässig eckig, gestreift. Die Sporenwand ist nicht zerfliessend, sondern zerbricht in Stücke. Die Fruchtträger entstehen meist 3 bis 10 gebüschelt dort, wo ein Ausläufer einwurzelt (daher die Bezeichnung stolonifer) und können auf Nährböden bis 2 cm hoch werden. Die Sporangien nehmen bei der Reife eine schwarze Farbe an und sind 100 bis 150 μ breit, feinkörnig. Die Gelatine wird rasch verflüssigt.

5. Thamnidium elegans.

Gehört ebenfalls zu der Familie der Mucoraceen. Mycel reich verzweigt, im Substrat sich ausbreitend, anfangs einzellig, im Alter mit zerstreuten Querwänden, ohne Ausläufer, farblos, glattwandig. Das Mycel bildet lockere, weisse, flockige Rasen. Die grossen Sporangien stehen aufrecht und tragen unterhalb des Hauptfruchtträgers im mittleren oder unteren Teil einzelne zerstreute, meist aber zu 2 bis 5 wirbelig angeordnete wagerechte Seitenzweige. Diese verzweigen sich wieder in 3 bis 10 Gabeln in stumpfen Winkeln. An den Endgabeln befinden sich die Sporangiolen. Der ganze Sporangienträger 0,5 bis 3 cm, sogar bis 6 cm hoch, 25—30 μ dick. Die weissen flockigen Gruppen der gabeligen Wirbeläste verhältnismässig klein, 0,25 bis 1 mm breit, die Wirbeläste bis znr ersten Gabelung 150—200 μ lang, ca. 8 μ breit, die Gabeln erster Ordnung 40—60 μ lang, die letzterer nur 4—6 μ lang, 2 μ breit. Membran des Sporangienträgers und seiner Gabeläste farblos, glatt, Inhalt farblos, Sporangien immer aufrecht, Äste stets gerade, die Verzweigungsebenen aufeinanderfolgender Gabelordnungen schneiden sich ungefähr rechtwinkelig. Verzweigung der Sporangienträger sehr variabel. Hauptsporangien

kugelig, gross, 100—200 μ Durchmesser, auch kleiner. In der Reife weiss mit grosser eiförmiger oder glockiger, farbloser Kolumella. Sporangiolen kugelig, klein, weiss, 8 bis 16 μ Durchmesser, meist 4, aber auch nur eine bis 10 Sporen enthaltend. Letztere aus beiderlei Sporangien gleichgestaltet und annähernd gleich gross, ellipsoidisch, 8—10 μ lang, 6—8 μ breit, glatt, schwach graubräunlich, in den einsporigen Sporangiolen kugelig, diese ganz ausfüllend, 8—16 μ im Durchmesser. Zygosporen am Mycel, kugelig schwarz, mit dickem, schwarzem, flach warzigem Exospor, gelblichem Endospor.

6. Phycomyces.

Die Sporangienträger entspringen einzeln aus kurzen mit Rhizoiden besetzten, oft angeschwollenen Ästen des Mycels in steifen aufrechten Fäden und bilden dichte, bis 8 cm hohe Rasen. Die Sporangienträger sind unverzweigt, 50—150 μ, dick ohne Querwände, mit glatter rauchgrauer oder graugrünlicher straffer, unter dem Sporangium meist farbloser Membran, schwach gelblichen Inhaltsresten. Sporangien kugelig gross, 0,25—1 mm Durchmesser, anfangs orangegelb, im Reifezustand schwarz. Kolumella nicht aufsitzend, breit und deutlich birnenförmig, zuweilen auch cylindrisch, mit heller Membran und gelblichem Inhalt. In grosser Ansammlung erscheinen sie orangefarben. Zygosporen bilden sich immer nur auf der Oberfläche des Substrats. Sie besitzen kugelige Gestalt, bis 300 μ Durchmesser, schwarz, mit glatter Aussenschicht.

Von diesem charakterischen Pilz hatte ich nur eine Kolonie erhalten.

7. Chaetocladium.

Lockeres weisses Mycel mit hohen Hyphen, die als zarte Fäden, zu dichten Bündeln verschlungen, bis zu 8 mm über das Nährsubstrat sich erheben. Späterhin grauweiss. Die Sporangien auf quirlförmig gestellten und wiederholt quirlförmig verzweigten Ästen. Das Mycel sinkt tief in das Substrat ein, während die in Bündeln stehenden Sporangien dem Ganzen das Aussehen einer mit starken Stacheln besetzten Nuss verleihen Der Fruchtträger enthält nur eine Spore, die mit der Wand jenes verwachsen ist.

Die Träger der Sporangien reich verzweigt und die Zweige in feine Spitzen auslaufend.

Dieser Pilz kommt schmarotzend auf Mucor Mucedo und M. stolonifer vor. Er wurde von mehreren Tapeten isoliert.

II. Klasse Ascomycetes.

2. Reihe Carpoasci. Fam. Perisporiaceae.

Penicillium.[1])

Penicillium, der gemeinste aller Schimmelpilze, findet sich überall in der Natur vermöge seines ungemein raschen Wachstums und der sehr leichten Zerstäubbarkeit der langen Sporenketten, die in grosser Zahl an einem Konidienträger entstehen. Es war somit natürlich, dass dieser Pilz sich auch in jeder Tapete vorfand, indessen unterschieden sich in Bezug auf Grösse der Sporen und besonders in dem Verhalten gegen Pflaumengelatineagar folgende 3 Arten:

1. Penicillium glaucum.

Mycel weiss. Auf Gelatine wurde eine gelbe Färbung hervorgerufen. Die Ansiedelung nahm später einen bläulichgrünen Farbeton an und lagerte sich des Öfteren in konzentrische Kreise. Die 1 bis 2 mm langen Fruchtträger mit Scheidewänden an der Spitze pinselförmig, mehrmals gabelig oder wirtelig in parallele resp. wenig divergierende Zweige geteilt, von denen jeder ein bis mehrere Sterigmen trägt. Die kugeligen, mit hellgrüner glatter Membran versehenen Sporen stehen in langen Ketten, Durchmesser 4 μ. Der Gelatineagar wird leicht verflüssigt.

2. Penicillium griseum.

Das Mycel ist erst weiss, dann gelblich und nimmt unter langsamer Verflüssigung des Gelatineagars eine graubraune Farbe an. Die Sporen sind länglich, 4 μ breit und 6 μ lang.

3. Penicillium nanum.

Es unterscheidet sich von den ersten beiden Arten durch seine dunkelgrauen, russfarbenen unregelmässigen Rasen. Der

---

[1]) vgl. *Zippel*, Vergiftungsversuche mit Penicillium glaucum. Zeitschr. f. Veterin. 94. 57.

Gelatineagar wird im Gegensatz zu jenen nicht im geringsten peptonisiert. Mikroskopisch weist es sehr lange Sporenketten auf, bis zu 40 in einer Reihe. Die Sporen sind rund, 8 μ im Durchmesser.

4. Aspergillus flavus.

Mycel weisslich gelb bis grau. In dem Mycel befindet sich der sterile Teil des Fruchtkörpers, in dem sich in der Mitte die askogenen Hyphen bilden. Die Fruchtträger besitzen Scheidewände und sind weiss, bald gelb werdend, mit ungefähr kugeliger Endanschwellung, die mit flaschenförmigen Sterigmen dicht besetzt ist. Die Sporen sind rund, 5 bis 7 μ breit, die Sterigmen 12 bis 15 μ lang, ca. 4 μ breit.

Bei der Prüfung der Schimmelpilze auf Wachstum im Brutschrank zeigte besonders dieser ein schnelles und reichliches Fortkommen. In die Ohrvene eines Kaninchens geimpft, führte er binnen 3 Tagen den Tod des Tieres herbei.

Der Sektionsbefund ergab eine Nierenanschwellung. Die Pyramiden waren dunkelbläulichrot, die Rinde blassrot, durchsetzt mit dicht stehenden punktförmigen oder streifig angeordneten gelben Stellen, die deutlich durch die sonst leicht abhebbare Kapsel durchschimmerten und über die ganze Oberfläche der Niere verbreitet waren. Am unteren Rande des rechten Leberlappens fand sich vorne ein etwa 1 qcm grosser und auf der entsprechenden Stelle auf der Hinterseite ein 1½ cm langer, 1 cm breiter Bezirk mit gelben Pünktchen. Auf dem Querschnitte ist das dazwischen liegende Gewebe frei. Einzelne Stellen der Lungen waren dunkelrot gefärbt. An der Oberfläche zeigten sich mehrere helle emphysematöse Partien. Verschiedene Teile des Gewebes erwiesen sich als lufthaltig und schwammen, in Wasser gelegt, an der Oberfläche.

Von den gelben Pünktchen der Niere und vom Blute des rechten Vorhofes, der fast ganz mit speckigem Gerinnsel erfüllt war, wurden Aussaaten auf Pflaumenagar hergestellt. Aus dem Herzblut war nach 3 Tagen keine Kultur aufgegangen, dagegen keimten 3 Kolonien des Aspergillus flavus aus einem Stückchen der Niere. Bakterienkolonien zeigten sich keine.

Die von der Niere nach Färbung mit Alaunkarmin und Einbettung in Celloidin hergestellten Mikrotompräparate ergaben,

dass das Objekt völlig durchsetzt war von zahllosen Pilzsporenhäufchen, allerdings nicht in so vorgeschrittenem Wachstum, wie es z. B. von *Flügge*[1]) dargestellt ist.

5. Aspergillus repens.

In jeder Beziehung dem vorigen ähnlich. Sporenmembran fast farblos; die Fruchtträger wachsen indessen nicht aufrecht in die Höhe, sondern liegen nahe der Oberfläche des Nährsubstrats. Die Sporen sind 7 μ breit, der Gelatineagar wird nicht verflüssigt.

6. Aspergillus griseus.

Mycel grau, Fruchtträger mit Scheidewand und verlängert keuliger Endanschwellung. Membran der Sporen farblos, glatt und rund, 5 μ breit.

7. Aspergillus viridis.

Die Rasen blendend weiss, später himmelblau, zuletzt grünlich grau. Fruchtträger ohne Scheidewände, mit kurzer keuliger Endanschwellung. Bei längerem Wachstum besitzt er wie kein anderer Aspergillus die Eigentümlichkeit, den Nährboden, auf den er peptonisierend einwirkt, zusammenzuballen und in sich aufzurollen.

8. Stemphylium Alternariae.

Mycel unregelmässig weit verbreitet, bäumchenförmig, erst hell, dann dunkelbraun. Die Hyphen sind niederliegend und erheben sich nur wenig über die Oberfläche des Nährsubstrats; sie sind ca. 5 μ breit, mit Scheidewänden und tragen an ihren Enden die Sporangien. Letztere sind unregelmässig ei- oder birnenförmig, im Jugendstadium mit einer Scheidewand. 10 μ breit und 5 μ lang. Späterhin nimmt die Zahl der Scheidewände bedeutend zu, und die Sporangien bekommen dann etwa das Aussehen einer Hopfenblüte. Sie werden fest und dick, 20 bis 25 μ breit und bis zu 35 μ lang. Peptonisierung des Nährbodens findet nicht statt.

9. Trichosporium chartaceum.

Mycelfäden frei, nicht zu Körpern verschlungen. Sporen einzellig, olivgrün bis braun, nicht in Ketten oder Köpfchen, sondern zerstreut an den kriechenden und vielfach verzweigten Frucht-

[1]) *Flügge, C.*, Die Mikroorganismen. Leipzig 1896. II. 19.

trägern entstehend. Sie sind elliptisch kugelig, 5,6 μ dick, bis zu 15 μ lang und besitzen an ihren Abschnürungsflächen kleine doppelte Verdickungen. Auf Gelatineagar, der nicht verflüssigt wird, bildet es kleine runde, grünlich braune, flache Rasen.

10. Clonostachys candida.

Weisser strahliger Rasen. Die zarten weissen Hyphen mit wenigen Scheidewänden, stark verzweigt. Die Sporen eiförmig, 3 μ lang, 5 μ breit, stehen in grossen Büscheln oder in 4zeiligen Ähren an der Spitze der quirligen Zweiglein.

11. Monosporium.

Die Kolonien weit ausgebreitet, weiss rosa. Fruchtträger traubig oder doldig verästelt, bis zu 3 mm hoch. Sporen länglich gekrümmt, rosig rot, 6 bis 8 μ lang, 1,5 μ breit.

12. Fusarium.

Zartes Mycel mit niederliegenden Fruchtträgern, erst weisslich, dann rosig oder rot, filzig. Hyphen ästig verbogen, hahnenkammartige Erhebungen bildend. Direkt an den Fruchtträgern stehen die sichelförmigen, drei- und vierzelligen Sporangien, die an beiden Seiten spitz zulaufen. Sie erreichen eine Länge von 30 μ und in dem mittleren Teile eine Dicke von 5 bis 6 μ.

13. Botrytis cinerea.

Von dem graubraunen Mycel heben sich senkrechte gegliederte Fäden ab, meist in büscheliger Stellung; sie wachsen bis zur Länge von 1 mm heran, wonach die oberste Gliederzelle nahe ihrer Spitze 2 bis 6 fast wirtelig abstehende Ästchen treibt. Die obersten Äste werden nahezu ebenso breit wie lang, und dadurch entsteht ein System von Zweigen, welches einer Blütenrispe oder einer Weintraube ähnlich sieht. Das Ende der Zweige und des Hauptstammes schwillt dann blasig an, und auf der oberen Hälfte jeder Anschwellung treten neben einander feine Ausstülpungen hervor, die rasch zu ovalen Bläschen anwachsen, welche an ihrer Basis stilartig verschmälert sind. Auf diesen sitzen die Sporen, eine lockere, unregelmässige Anhäufung, die sehr leicht abfällt. Bringt man diese Traube in Wasser, so lösen sich die Sporen von ihren Stielen, und ihre früheren Ansatzstellen an Hauptfäden treten nur als schwach gewölbte Narben hervor.

14. Botrytis vulgaris.

Mycel grau bis olivgrün, Fruchtträger mit kurzen abstehenden, wenig verzweigten Ästen. Sporen geknäuelt, eiförmig oder elliptisch, farblos oder hellbräunlich, glatt, 10 bis 12 μ lang, 7 bis 9 μ breit.

15. Acremonium?

Mycel weiss, baumwollartig, später graubraun. Die Sporen erst elliptisch, später rund, 10 bis 20 μ breit und sehr gross im Verhältnis zu den sehr feinen Hyphen. Letztere sind spindelförmig angeschwollen, nicht viel länger als die Conidien.

16. Acremonium?

Weisser Rasen mit rosig roter Mitte. Späterhin auch die äusseren Mycelfäden rötlich. Die langen Hyphen dicht besät mit Sporenbüscheln an den Seitenenden. Die Hauptachse 5 μ breit, die Nebenästchen 2 bis 3 μ. Die Sporen sind länglich oval, 4 μ lang, 3 μ breit und stehen in dichten Büscheln längs der ganzen Hyphe an Stielen, die gleichmässig lang sind und dem Ganzen das Aussehen einer Ähre verleihen.

17. Cladosporium herbarum = Dematium pullulans.

Verästeltes Mycel, von dem Knospengebilde abgeschnürt werden, die eine auffallende Ähnlichkeit mit Hefezellen besitzen. Hat das Mycel ein gewisses Alter erreicht, dann bildet es zahlreiche, dicht neben einander gestellte Scheidewände und wird nach und nach bräunlich oder olivgrün, später schwarzviolett. Die Conidien sind länglich, eiförmig oder cylindrisch, glatt, an den Querwänden eingeschnürt.

Über die reduzierenden Eigenschaften einiger auf den Tapeten gefundener Schimmelpilze.

Für die Zeit vor dem Erscheinen des Gesetzes betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln etc. vom 14. Mai 1879, ergänzt durch die Kaiserliche Verordnung vom 1. Mai 1882, wäre eine Arbeit über dieses Thema vielleicht wichtiger gewesen als heute, weil man vor 20 Jahren zum Färben der Tapeten arsenikhaltige Farben zu verarbeiten pflegte. Gewisse Farben waren damals überhaupt noch nicht arsenfrei herzustellen; ausserdem wurde dem Kleister

vielfach arsenige Säure zugesetzt, namentlich in der Absicht, Wanzen und anderes Ungeziefer fernzuhalten.

In der Litteratur finden sich mehrere Angaben, dass solche Papiertapeten Vergiftungserscheinungen, oft mit tötlichem Ausgange, hervorgerufen hätten. Man war der Ansicht, dass diese Erkrankungen durch Arsenwasserstoff entstanden seien, und führte dafür mehrere Beweise an.

O. Emmerling[1]) gelangte dagegen zu der Ansicht, dass nicht die Entwicklung von Arsenwasserstoff die Ursache der Erkrankung sei, sondern vielmehr eine mechanische Zerstäubung der arsenhaltigen Farben.

Bei seinen Untersuchungen behandelte er zunächst Bouillonkulturen verschiedener Spaltpilze, Mikrokokken, Sarcinen, Bakterien und Bazillen mit 0,5 % arseniger Säure und leitete einen langsamen Luftstrom durch diese Kulturen, der darauf mehrere Röhren mit Silbernitratlösung passieren musste. Die Temperatur schwankte je nach der Eigenart der angewandten Lebewesen zwischen 18 bis 37°. Eine Reaktion auf Arsenwasserstoff konnte er in der Silberlösung nicht wahrnehmen.

Schimmelpilze, wie Penicillium glaucum, Mucor mucedo und corymbifer, Aspergillus glaucus und fumigatus, verpflanzte er auf Brotbrei mit 0,2 % arseniger Säure, worauf sie sich gut entwickelten, aber ohne dass selbst nach mehrwöchentlichem Wachstum eine Spur von AsH_3 zu bemerken gewesen wäre.

Gewöhnliche Bierhefe vergärt nach seinen Versuchen arsenhaltige Traubenzuckerlösung, entwickelt aber keinen AsH_3.

Endlich stellte *Emmerling* noch einen Versuch an, der den wirklichen Verhältnissen möglichst entsprechen sollte. Grössere Streifen Filtrierpapier wurden mit Stärkekleister und Schweinfurter Grün überzogen und mehrere Tage der Luft ausgesetzt. Nachheriges Einbringen in einen stets feucht gehaltenen Cylinder, durch den Luft gesaugt wurde, bewirkte das Heranwachsen zahlreicher Kolonien von Schimmelpilzen, Hefearten und Bakterien, ohne dass auch in diesem Falle AsH_3 nachgewiesen werden konnte.

Nachdem seine Versuche die Annahme, dass Mikroorganismen

[1]) *O. Emmerling*, Zur Frage, wodurch die Giftigkeit arsenhaltiger Tapeten bewirkt wird. Refer. in den Ber. d. deutschen chem. Gesellsch. z. Berlin. XXIX, 2728.



aus arsenhaltigen Tapeten AsH_3 entwickeln sollten, sehr unwahrscheinlich gemacht hatten, schloss *Emmerling*, dass die vorgekommenen Vergiftungserscheinungen auf Verstäubung zurückzuführen seien.

Diesen Ausführungen *Emmerlings* widersprechen die Arbeiten von *B. Gosio*[1]) und *Thomas Bolas*[2]).

Ersterer hat im wissenschaftlichen Laboratorium der Sanitätsdirektion zu Rom die Wirkung der Mikroorganismen auf feste Arsenikverbindungen studiert und hierzu mit verschiedenartigen Verbindungen versetzte Nährböden aus Kartoffelbrei benutzt. Dabei zeigte sich bei den Bakterien, z. B. Bacterium prodigiosum, Bacillus mycoides, keine Wirkung.

Mucor mucedo entwickelte sich sehr üppig unter reichlicher Bildung von Arsenwasserstoff, Aspergillus glaucus brachte dieselbe Erscheinung in abgeschwächter Form zu Tage.

In einem Vortrage vor der Society of Arts Anfang 1898 in London erörterte *Thom. Bolas* die Ursache der Arsenikvergiftung durch Tapeten. Er schiebt den ungünstigen Einfluss der As-Verbindung auf den menschlichen Organismus der Thätigkeit gewisser Pilzsorten (Mucor mucedo) zu. Diese Pilze hätten die Eigenschaft, die in den Tapeten enthaltenen Arsenikverbindungen zu zersetzen und einige flüchtige Produkte daraus zu erzeugen. Neu ist dabei die Ansicht des Autors, dass die bedenklichsten Tapeten solche seien, die bloss eine Spur von Arsenik enthielten, während eine grössere Menge von Arsensalzen weniger gefährlich sei, weil sie die Schimmelpilze selbst an ihrer Thätigkeit verhindere und sie abtöte. Arsenige Säure sei ein starkes Antiseptikum; man könne daher annehmen, dass die Überführung der Arsenikverbindungen in flüchtige Formen auf den Selbsterhaltungstrieb der Pilze zurückzuführen sei. Zum Schlusse empfiehlt er noch die Verwendung von borsaurem Kupfer anstatt des gefährlichen Schweinfurter Grüns.

Von anderen durch Verschimmelung der Tapeten bedingten Schädlichkeiten für die Gesundheit des Menschen ist noch der Luftverschlechterung durch weniger giftige Gase zu gedenken.

---

[1]) *Gosio, B.*, Wirkung der Mikroorganismen auf feste Arsenikverbindungen. Rom, Tipogr. delle Mantellate 1891. 7.

[2]) *Bolas, Thom.*, Ursache der Arsenikvergiftung durch Tapeten. Vortrag vor der Society of Arts. London 1898.

So weist der Verfasser des Artikels „Tapete“ in Brockhaus' Konversationslexikon darauf hin, dass sich aus den Ultramarinfarben der Tapeten durch den Einfluss des sauren Kleisters Schwefelwasserstoff entwickele. In den frisch tapezierten Zimmern ist er durch anhaltenden fauligen Geruch zu erkennen.

Pasteur[1]) fand, dass die Schimmelpilze Sauerstoff absorbieren und Kohlensäure dafür abgeben. Diese Luftverschlechterung werde ausserdem noch durch die in der Atmosphäre herumgewirbelten Sporen kompliziert. *Sachs*[1]) führt an, dass Penicillium durch Erzeugung von Ammoniak gefährlich werden könnte.

Da nun die bisher angeführten Arbeiten *Emmerling*'s einerseits und andererseits die von *Gosio* und *Bolas* ein direkt gegenteiliges Resultat ergaben, so stellte ich folgende Versuche an:

200 Gramm-Kolben wurden mit je 50 Gramm 5 % Pflaumengelatine beschickt, dann zugesetzt je 5 Gramm 1. Calciumsulfat, 2. Fowler'sche Lösung, 3. Calciumcarbonat (die Pflaumengelatine wurde vorher neutralisiert) und 4. Calciumnitrat. Dann erfolgte die Sterilisation der Kolben. Versuche mit organischen Verbindungen habe ich nicht angestellt, da *Loew*[2]) bereits eingehende Arbeiten über diese Fragen geliefert hat. Durch den luftdicht verschlossenen Kork führte ein bis auf die Gelatine reichender Kugeltrichter, der durch Watte nach aussen hin vor dem Eindringen der Luftkeime geschützt war, ausserdem noch eine rechtwinkelig gebogene Glasröhre, die an der inneren Fläche des Gummistopfens endigte. Diese Glasröhre brachte ich in Verbindung mit Probiergläsern, in denen sich die Reagentien befanden:

auf H_2S Bleipapier,
„ AsH_3 konzentrierte Silberlösung,
„ CO_2 Barytwasser,
„ NH_3 Nesslers Reagens.

Der Versuch auf Reduktionsfähigkeit wurde mit folgenden 4 Pilzen durchgeführt, die sämtlich gut wuchsen:

---

[1]) *Haehner*, Dissertation: Über den schädlichen Einfluss feuchter Wohnungen. 1873.

[2]) *Loew, O.*, Über das Verhalten niederer Pilze gegen verschiedene anorganische Stickstoffverbindungen. Jahresber. über die Fortschr. d. Chemie v. Liebig und Kopp. 5. Heft. 98, 2581.

1. mit Penicillium glaucum,
2. „ Aspergillus flavus,
3. „ Mucor mucedo,
4. „ Dematium pullulans.

Mit der Saugpumpe drückte ich die Luft des Kolbens in das Reagens und erhielt folgende Resultate: Sämtliche 4 Pilzsorten entwickelten sehr bald Arsenwasserstoff, am reichlichsten Aspergillus flavus. Ebenso wurde von allen Schwefelwasserstoff erzeugt, indessen nur Spuren von Ammoniak. Auch die Abgabe von Kohlensäure konnte ich bei den 4 Pilzarten feststellen, indessen glaube ich, dass das Freiwerden der Kohlensäure nicht von der Reduktion des kohlensauren Salzes, sondern von der Atmung der Pilze herrührte.

Von einer der Reduktion entgegengesetzten Wirkung, einer Oxydation, konnte nicht die Rede sein, weil die von mir angewendeten Salze die höchste Oxydationsstufe der betreffenden Elemente darstellen mit Ausnahme der *Fowler*'schen Lösung. Eine Prüfung, ob die arsenige Säure in Arsensäure oxydiert sei, habe ich nicht vorgenommen.

Meine Versuche bestätigten also die Arbeiten von *Gosio* und *Bolas*.

Die notwendige Feuchtigkeit und Reaktion für das Gedeihen einiger Schimmelpilze.

Um dieser Frage näher zu treten, stellte ich folgenden Versuch an.

Ein Stück Tapete (11 qdm gross) befeuchtete ich mit einer Pflaumenabkochung und mit einer schwachen Calciumnitratlösung. Das Objekt wurde zwischen 60 und 80 ° getrocknet und mit Roggenkleister auf einer Glasscheibe befestigt. Nach Impfung dieses Präparates mit Sporen von Mucor, Aspergillus, Penicillium und Stemphylium brachte ich es zusammen mit einem Haarhygrometer von *Koppe* und einem Schälchen mit Chlorcalciumstückchen unter eine Glasglocke. Durch Kitt verhinderte ich den Zutritt der Luft von aussen; als einzige Verbindungsstelle fügte ich am unteren Rande der Glocke durch die Kittschicht ein Glasröhrchen ein, dessen äusserer Schenkel mit einer Gummihaube bedeckt war.

Vermittelst der stark hygroskopischen Wirkung des Chlorcalciums fiel der in der Glasglocke anfänglich auf 70% stehende Feuchtigkeitsgehalt der Luft binnen 36 Stunden auf 25%. Da es nun nicht anzunehmen war, dass bei noch weiterer Entziehung des Wassergehaltes ein Wachstum der Pilze stattfinden könne, wurde durch tropfenweise Zugabe von Wasser in die Glasröhre diese Feuchtigkeit auf 25% gehalten. Von Woche zu Woche steigerte ich um 5%, bis ein Gehalt von 90% Wasser erreicht war. Während bis dahin von einer Schimmelbildung mit unbewaffnetem Auge noch nichts zu sehen gewesen war, entwickelte sich jetzt eine schwache, graue, filzige Decke, welche noch kräftiger wurde, als ich die Feuchtigkeit um weitere 5% steigerte. Von den vier verschiedenen Pilzarten entwickelte sich zuerst Mucor und Penicillium. In einer resp. zwei Wochen folgten die anderen beiden im Wachstum nach. Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass Schimmelpilze zu ihrem Wachstum einer relativen Luftfeuchtigkeit von mindestens etwa 90% bedürfen, wenn das hygroskopische Nährsubstrat selbst nicht feucht genug war, um ihrer Entwicklung förderlich zu sein. Dieser Befund steht mit dem Auftreten von Schimmel an tapezierten feuchten Wänden im Einklang.

Um für die sechs Arten:

Aspergillus flavus,
Mucor mucedo,
Botrytis cinerea,
Thamnidium elegans,
Phycomyces nitens,
Dematium pullulans

die besten Kulturbedingungen nachzuweisen, stellte ich mir eine 5%ige mit Sodalösung neutralisierte Pflaumengelatine her. Je 30 Gramm dieser Masse gab ich in Erlenmeyersche Kolben von 100 ccm Inhalt, sterilisierte sie und säte die angegebenen Keime darauf aus.

Das Wachstum ging sehr langsam vor sich, am schnellsten und besten entwickelte sich Thamnidium, das, wie ich bereits in früheren Versuchen beobachtet hatte, eine grosse Vorliebe für alkalische Nährböden besitzt. Die übrigen Pilze bedurften einiger Wochen, um sich auch nur spärlich über die Gelatineoberfläche zu erheben. Aspergillus und Botrytis zeigten kein Wachstum

und konnten daher keine Berücksichtigung finden. Die anderen vier Pilze hatten die Gelatine meist verflüssigt, der noch nicht verflüssigte Teil wurde durch Einstellen in schwach warmes Wasser ebenfalls gelöst und mit 30 ccm sterilisierten Wassers verdünnt.

Bei der Prüfung auf Alkalescenz erwies sich nun, dass Thamnidium die Gelatine schwach angesäuert hatte; die gebildete Säure entsprach 0,2 ccm Normal- NaOH. Die anderen drei Pilze Phycomyces, Dematium und Mucor hatten alkalisierend auf den Nährboden gewirkt, besonders der erste, da bei ihm zur Neutralisation des Nährbodens nach Verdünnung 0,9 ccm Normal- H_2SO_4, bei Dematium 0,3, bei Mucor 0,2 ccm erforderlich waren.

Thamnidium zeigte auch sonst ein bedeutend schnelleres und üppigeres Wachstum auf alkalischem Nährboden und war der einzige, den ich als säureproduzierend erkannte; die anderen fünf Pilze kamen auf den alkalischen Nährböden nicht zur Entwicklung, sondern nur auf saurem.

Vielleicht würde es sich in der Praxis empfehlen, dem Kleister einen solchen Zusatz von Alkalien (Soda) zu geben, dass dadurch wenigstens den meisten Schimmelpilzen die Existenzbedingungen entzogen würden. Noch zweckmässiger dürfte aber die Zugabe eines Phenolpräparates sein, da die Karbolsäure, wie die nachfolgenden Untersuchungen zeigen werden, namentlich gegenüber den Schimmelpilzen ihre antiseptische Kraft bewährt. Freilich würden solche Beimischungen noch keine Verhütung der Schimmelpilzansiedelung auf der äusseren Seite der Tapete gewährleisten.

Verhalten einiger Schimmelpilzarten gegenüber Sublimat, Karbolsäure und Formaldehyd.

Wenn ich auch die Anwendung von Sublimat zur Desinfektion von Wohnräumen trotz der Versuche von *Guttmann* und *Merke*[1]), die seine Wirksamkeit hervorhoben, und trotz der Untersuchung von *John Szoeqvist*[2]), die seine Unschädlichkeit beweisen

1) *Guttmann* und *Merke*, Über Desinfektion von Tapeten. Vierteljahrsschrift f. öff. Gesundheitspfl. XXIII, 136 u. *Virchow's* Archiv CVII, 3.

2) *Szoeqvist, John*, Kann die Desinfektion von Wohnungen mit Sublimatlösung Vergiftungsgefahr mit sich führen? Hygiea 1892, S. 2.



sollten, nicht empfehlen möchte, weil infolge der Flüchtigkeit der Quecksilbersalze eine Intoxitation mit Sicherheit niemals auszuschliessen ist, so reizte mich doch die Frage, wie Schimmelpilze sich im allgemeinen gegen Sublimat verhielten. Ich wollte festzustellen versuchen, ob und in welcher Verdünnung Sublimat die Entwicklung von Schimmelpilzen oder deren Sporen beeinflusste, und welche Konzentrationen des Mittels in gewissen Zeiträumen eine Abtötung der Keime bewirkten.

Ausserdem erschien es angezeigt, mit diesen Versuchen noch weitere über die Wirksamkeit der für die Wohnungsdesinfektion am meisten gebräuchlichen beiden Mittel, nämlich von Karbolsäure und Formalin, gegenüber Schimmelpilzen zu verbinden.

Zunächst stellte ich mir Lösungen her von Sublimat in Pflaumeninfus 1:10000, 1:1000 und 1:100. Diese Flüssigkeiten wurden mit Sporen von Penicillium, Thamnidium und Aspergillus geimpft. In derselben Weise setzte ich Verdünnungen von Karbolsäure und Pflaumeninfus an. Um ein Urteil über die Entwicklung zu bekommen, hatte ich Kontrollkulturen in Pflaumeninfus ohne Zusatz von Sublimat und Karbolsäure gemacht.

Auf dem Infus trat, wie zu erwarten, eine reichliche Entwicklung bei allen Arten ein. Kein Wachstum zeigten die Kulturen mit Sublimat oder Karbolzusatz 1:100 und 1:1000. Im Vergleich zu den Kontrollversuchen war die Entwicklung in der 1:10000 Sublimatlösung nur schwach, ähnlich wie bei derselben Karbolsäureverdünnung. Letztere verglichen mit der Sublimatkultur aber zeigte mir, dass Karbolsäure Schimmelpilze in der Entwicklung leichter hemmen kann als Quecksilberchlorid.

Einen zweiten Versuch, der mir Aufschluss geben sollte, wie viel Zeit die einzelnen Lösungen zur Abtötung der Sporen benötigten, ordnete ich folgendermassen an.

In die wässerigen Lösungen von Sublimat und Karbolsäure, und zwar in der Stärke 1:1000 und 1:100, brachte ich eine reichliche Menge Sporen und impfte aus dieser Aufschwemmung in verschiedenen Zeiten ab, um die Entwicklungsfähigkeit zu beobachten. Hierbei gebrauchte ich die Vorsichtsmassregel, die Sporen von anhaftendem Quecksilber durch Waschen mit einer sehr verdünnten Schwefelammoniumlösung zu befreien. Aus demselben Grunde behandelte ich später die Karbolsäurekulturen mit Wasser, die Formaldehydkultur mit Ammoniakdämpfen.

Nachfolgende Tabellen bringen die Resistenz der verschiedenen Sporen zum Ausdruck:

I. Penicillium.

	Sublimat 1 : 1000	Sublimat 1 : 100	Karbolsäure 1 : 1000	Karbolsäure 1 : 100
nach ½ Stunde	+	+	+	+
„ 1 „	+	+	+	+
„ 4 „	+	+	+	+
„ 24 „	+	+	+	+
„ 2 Tagen	+	+	+	—
„ 4 „	+	—	+	—
„ 6 „	+	—	+	—
„ 8 „	+	—	+	
„ 10 „	+		+	
„ 12 „	+		—	
„ 14 „	—		—	
„ 20 „	—		—	

II. Aspergillus.

	Sublimat 1 : 1000	Sublimat 1 : 100	Karbolsäure 1 : 1000	Karbolsäure 1 : 100
nach ½ Stunde	+	+	+	+
„ 1 „	+	+	+	+
„ 4 „	+	+	+	—
„ 24 „	+	—	+	—
„ 2 Tagen	+	—	+	—
„ 4 „	+	—	+	—
„ 6 „	+		—	
„ 8 „	—		—	
„ 10 „	—		—	
„ 12 „	—			
„ 14 „	—			
„ 20 „				

III. Thamnidium.

	Sublimat 1 : 1000	Sublimat 1 : 100	Karbolsäure 1 : 1000	Karbolsäure 1 : 100
nach ½ Stunde	+	+	+	+
„ 1 „	+	+	+	+
„ 4 „	+	+	+	—
„ 24 „	+	—	+	—
„ 2 Tagen	+	—	—	—
„ 4 „	—		—	
„ 6 „	—		—	
„ 8 „	—			
„ 10 „	—			
„ 12 „				
„ 14 „				
„ 20 „				

Aus diesen Tabellen geht hervor, dass bei allen drei Arten die Karbolsäure giftiger auf die Sporen eingewirkt hat als Sublimatlösung. Penicilliumsporen waren nach viertägigem Aufenthalt in der 1% Sublimatlösung abgetötet, während Karbolsäure nur zwei Tage zu derselben Wirkung gebrauchte. Die nämliche Differenz von zwei Tagen finden wir auch in der 1‰ Lösung (14 und 12 Tage). Aspergillussporen hatten ihre Lebensthätigkeit eingebüsst in der 1% Karbolsäurelösung nach vier Stunden, dagegen in der Sublimatlösung erst nach binnen 4 und 24 Stunden. In der 0,1%igen Lösung ist die Karbolsäure dem Sublimat um zwei Tage voraus; Thamnidium konnte sich aus den Sporen, die vier Stunden mit 1% Karbolsäurelösung behandelt waren, nicht mehr entwickeln, dieselbe Wirkung trat in der Sublimatlösung erst binnen 4 und 24 Stunden ein. Der Unterschied zwischen Sublimat- und Karbolsäurelösung liegt bei der 0,1%igen Lösung ebenfalls zwei Tage auseinander. Verschieden ist ferner die Widerstandsfähigkeit der einzelnen Arten von Schimmelpilzen.

Thamnidium konnte, mit der 1%igen Karbolsäurelösung behandelt, nach vier Stunden nicht mehr zur Entwicklung kommen, ebenso Aspergillus. Penicillium dagegen zeigte sich widerstandsfähiger; es hielt die Einwirkung der Karbolsäure mindestens einen Tag lang aus.

Diese Beobachtungen bestätigen die Erfahrungen von *L. Heim*, der schon vor Jahren die Mitteilung[1]) machte, dass Karbolsäure die Entwicklung von Schimmelpilzen leichter hemme als Quecksilberchlorid.

Lewith hat nach *Cramer*'s[2]) Angabe festgestellt, dass das Eiweiss der Scimmelpilzsporen über 100° erhitzt werden könne, ohne zu koagulieren. Wenn also das Eiweiss einem physikalischen Einflusse so grossen Widerstand entgegensetzt, so dürfte vielleicht auch bei der Einwirkung von Chemikalien diese besondere Eigentümlichkeit des Schimmelpilz-Eiweisses in Betracht kommen.

---

1) *Heim*, Lehrbuch der Bakteriologie. Stuttgart, F. Enke. 1. Aufl. S. 281.

2) *Cramer, E.*, Zusammensetzung der Sporen von Penicillium glaucum, Archiv. f. Hygiene XX. 197.

Von besonderer praktischer Bedeutung schien es mir zu sein, das Verhalten der Schimmelpilze gegenüber Formalindämpfen zu erproben, weil der Formaldehyd bei der Frage der Wohnungsdesinfektion heutzutage in erster Linie in Betracht kommt.

Die Verhältnisse, unter denen ich die Einwirkung der Formalindämpfe prüfte, waren folgendermassen gewählt. Es wurden auf Agarschälchen üppig entwickelte Kulturen, so wie sie gewachsen waren, exponiert, weil dies den Umständen in der Wirklichkeit am ehesten entsprach; nur insoferne konnte man eine Begünstigung der Formalineinwirkung annehmen, als die Rasen auf der feuchten Agarfläche standen, während sie im Hause den viel trockneren Tapeten aufsitzen. Aber, wie aus dem Ergebnisse zu ersehen, selbst diese Begünstigung hatte keinen Einfluss. Zum Vergleich wurden Bakterienkulturen mit aufgestellt, weil mit solchen von vielen Autoren bereits Versuche angestellt worden sind, freilich fast nie unter den hier eingeführten Bedingungen der unmittelbaren Aussetzung der gewachsenen, dicken Oberflächenrasen.

Das Zimmer, in dem ich dieses Experiment ausführte, hatte 57,9 Kubikmeter Rauminhalt. Thüre und Fenster waren nicht gedichtet, was den Verhältnissen in der Praxis vollkommen entspricht. Die Höhe, Breite und Länge des Raumes waren annähernd gleich, sodass die Form einem Kubus ähnelte; das Zimmer hatte nur ein Fenster und eine Thüre. Als Utensilien standen zwei Tische in den beiden Ecken neben dem Fenster, ein Schrank gegenüber der Thüre und an der linken Wand, dem Fenster gegenüber, ein Regal und ein kleiner eiserner Ofen.

Die Kulturen verteilte ich in folgender Weise:

1. I. Thamnidium auf Regal in 2,35 m Höhe;
2. II. Thamnidium auf den Schrank in Höhe von 2,55 m, von der linken Ecke ab 0,5 m;
3. III. Thamnidium auf Regal in 5 cm Höhe;
4. IV. Thamnidium auf den Tisch zwischen Schrank und Mauer in 80 cm Höhe;
5. I. Aspergillus auf Regal in 1,80 m Höhe;
6. II. Aspergillus in den Schrank in 1,40 m Höhe links hinten an der Wand, Thüre verschlossen;
7. III. Aspergillus auf Regal in 0,5 cm Höhe;
8. IV. Aspergillus auf den Tisch;

9. Oospora auf Regal in 1,20 m Höhe;
10. I. Penicillium auf Regal in 2,05 m Höhe;
11. II. Penicillium auf den Schrank nach der Fensterseite zu, 0,50 m von der Wand;
12. III. Penicillium auf den Tisch zunächst der Wand;
13. I. Milzbrand auf den Schrank, daneben Staphylococcus und Pyocyaneus;
14. II. Milzbrand auf Regal in 0,5 m Höhe neben III. Aspergillus;
15. Staphylococcus aureus auf den Schrank;
16. Bacterium pyocyaneum auf den Schrank.

In dem Raume stellte ich zwei Desinfektionsapparate „Äsculap“ von *Schering* auf den Fussboden und verdampfte in jedem Apparat 90 Pastillen. Während der Entwicklung des Formalins wurden gleichzeitig in diesem Zimmer 3,168 Kilogr. Wasser zur Verdampfung gebracht. Nach fünfstündiger Einwirkung des Formalins holte ich die Kulturschalen heraus und öffnete Thür und Fenster.

Von jeder Schale impfte ich drei Kulturen ab, um sie auf ihre Entwicklungsfähigkeit zu prüfen. Wenn ich auch von den widerstandsfähigen Milzbrandbacillen erwartet hatte, dass sie entwicklungsfähig geblieben sein würden, was auch zutraf, so hatte ich doch angenommen, dass wenigstens das Bacterium pyocyaneum abgetötet sein müsste. Aber auch das war nicht der Fall; sämtliche Spaltpilzkulturen zeigten sich, nach der Formalinisierung auf frische Nährböden übertragen, entwicklungsfähig, so dass keine Spur einer vorangegangenen Schädigung zu erkennen war. Das Gleiche ergab sich bei den Schimmelpilzen der Gattung Aspergillus und Penicillium; bei Thamnidium und Oospora blieb dagegen die Entwicklung aus. Es waren also gerade die am häufigsten an Tapeten vorkommenden Schimmelpilze durch die benützte Methode der Formalinanwendung nicht vernichtet worden.

Herrn Professor Dr. *Heim* danke ich für die Zuweisung des Themas, sowie für seine Ratschläge bei der Ausführung der Arbeit.

Inhalt.

Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

Erlangen.

31. Heft.

1899.

ERLANGEN.
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).
1900.



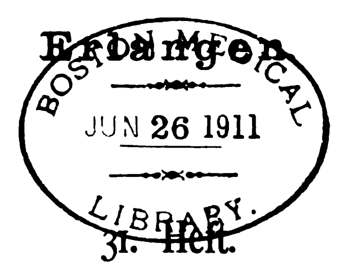
Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

Erlangen.



31. Heft.

1899.

ERLANGEN.
K. b. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Junge & Sohn).
1900.

Inhaltsverzeichnis.

Ueber die Bildung von Pseudophit in granitischen Gesteinen. Von Hermann **Stadlinger.**
in: Sitzungsberichte der Physikal.-medic. Societät in Erlangen. H. 31 (1899), S. 1—63.

Über den Einfluss der Temperatur auf das Potentialgefälle in verdünnten Gasen. Von G[erhard] C. **Schmidt.** (Phys. Inst. d. Univ. 1. Dez. 1899.)
in: Sitzungsberichte der Physikal.-medic. Societät in Erlangen. H. 31 (1899), S. 64—85.

Über die Entwicklung der Nebennieren bei Selachiern und über eine neue Homologie der Nebennieren in der Wirbeltierreihe. '(Vorläufige Mitteilung.)' Von Otto **Aichel.** Aus der Univ.-Frauenklinik zu Erlangen.
in: Sitzungsberichte der Physikal.-medic. Societät in Erlangen. H. 31, (1899), S. 86.

Über gegenseitig eindeutige und stetige Abbildung von Mannigfaltigkeiten verschiedener Dimensionen aufeinander. '(Zweite Note.)' Von J[akob] **Lüroth.**
in: Sitzungsberichte der Phyikal.-medic. Societät in Erlangen. H. 31 (1899), S. 87—91.

Ein elektrolytischer Stromunterbrecher. Von A[rthur] **Wehnelt.** (Charlottenburg, April 1899.)
in: Sitzungsberichte der Physikal.-medic. Societät in Erlangen. H. 31 (1899), S. 92—130.

Über die Änderung der spezifischen Wärmen wässeriger Salzlösungen mit der Temperatur. Von Heinrich **Teudt.** (Phys. Inst. der Univ. Febr. 1900.)
in: Sitzungsberichte der Physikal.-medic. Societät in Erlangen. H. 31 (1899), S. 131—160.

Stand der Mitglieder

am 31. Dezember 1899.

54 ordentliche, 43 Ehren- und 97 korrespondierende Mitglieder.

In der folgenden Liste stehen die Abkürzungen: O.M. für ordentliches, K.M. für korrespondierendes, E.M. für Ehrenmitglied. Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Zeit der Ernennung.

A. Ordentliche Mitglieder.

Aichel, O., Dr., Assistent, 1899.
Apitzsch, H., Dr., Assistent, 1896.
Bischoff, O., Dr., prakt. Arzt, 1893.
Bissinger, Th. M., Dr., Reallehrer, 1898.
Blanckenhorn, M., Dr., Privatdocent, 1890.
Böttiger, A., Apotheker, 1863.
Brommer, M., Apotheker, 1885.
Busch, M., Dr., Professor, 1890.
Elterlein, A. v., Dr., Hauptmann a. D., Privatdocent, 1895.
Eversbusch, O., Dr., Professor, 1886.
Fickler, A., Dr., Assistent, 1899.
Fischer, O., Dr., Professor, 1885.
Fleischer, R., Dr., Professor, 1877.
Fleischmann, A., Dr., Professor, 1886.
Fritsch, O., Dr., prakt. Arzt, 1888.
Frommel, R., Dr., Professor, 1887.
Gerlach, L., Dr., Professor, 1874.
Gessner, A., Dr., Privatdocent, 1898.
Gordan, P., Dr., Professor, 1874.
Graser, E., Dr., Professor, 1884.
Gutbier, A., Dr., Assistent, 1899.
Hauser, G., Dr., Professor, 1881.
Heim, L., Dr., Professor, 1897.
Heineke, W. v., Dr., Professor, 1867.
Heinz, R., Dr., Privatdocent, 1899.

Hermann, F., Dr., Professor, 1884.
Hetzel, W., Dr., prakt. Arzt, 1862.
Hetzel, K., Dr., prakt. Arzt, 1898.
Kiesselbach, W., Dr., Professor, 1877.
Koeberlin, H., Dr., Oberarzt, 1885.
Kryger, M. v., Dr., Privatdocent, 1898.
Lenk, H., Dr., Professor, 1895.
Limpach, L., Dr., Hofapotheker, 1893.
Maurer, A., Dr., kgl. Bezirksarzt, 1862.
Müller, Egon, Dr., Assistent, 1898.
Müller, Ludw. Rob., Dr., Privatdocent, 1898.
Noether, M., Dr., Professor, 1875.
Oppenheimer, C., Dr., Assistent, 1899.
Paal, C., Dr., Professor, 1887.
Pechuël-Loesche, E., Dr., Professor, 1895.
Penzoldt, F., Dr., Professor, 1874.
Reess, M., Dr., Professor, 1872.
Rosenthal, I., Dr., Professor, 1872.
Schmidt, G. C., Dr., Privatdocent, 1893.
Schulz, O., Dr., Assistent, 1889.
Schüler, G., Reallehrer, 1898.
Specht, G., Dr., Professor, 1891.
Spuler, A., Dr., Privatdocent, 1894.
Stolberg, K., Dr., Assistent, 1893.
Strehl, K., Dr., Gymnasiallehrer, 1898.
Strümpell, A. v., Dr., Professor, 1886.
Wiedemann, E., Dr., Professor, 1886.
Würschmidt, A., Dr., Direktor der Kreisirrenanstalt, 1898.
Zeeh, H., Dr., Assistent, 1895.

Eingetreten sind in der Zeit vom 1. Januar 1899 bis zum 31. Dezember 1899 die Herren

Aichel, Gutbier, Heinz, Oppenheimer.

Ausgetreten sind in derselben Zeit die Herren
Hubrich, W. Reess, W. Rosenthal.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihr ordentliches Mitglied F. Schneider.

B. Ehrenmitglieder.

Seine Königliche Hoheit Dr. Karl Theodor Herzog in Bayern, 1888.
Baeyer, A. v., Professor der Chemie, München, 1883.
Berthelot, M. P. E., Professor der Chemie, Paris, K.M. 1860, E.M. 1895.
Boltzmann, L., Professor der Physik, Wien, 1897.
Bütschli, O., Professor der Zoologie, Heidelberg, K.M. 1897, E.M. 1899.
Cremona, Luigi, Direktor der Scuola per gli Ingegneri, Rom, 1896.
Ehlers, E., Professor der Zoologie, Göttingen, O.M. 1869, E.M. 1874,
Fischer, E., Professor der Chemie, Berlin, O.M. 1882, K.M. 1886, E.M. 1895.
Fuchs, L., Professor der Mathematik, Berlin, 1896.
Gegenbaur, C., Professor der Anatomie, Heidelberg, 1883.
Gerhardt, C., Professor der Medicin, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1887.
Hermite, Chr., Professor der Mathematik, Paris, 1883.
Hertwig, O., Professor der Anatomie, Berlin, KM. 1889, EM. 1899.
Hilger, A., Professor der Chemie, München, O.M. 1872, E.M. 1893.
Jordan, Camille, Professor der Mathematik, Paris, 1897.
Kohlrausch, F., Professor, Präsident der physik.-techn. Reichsanstalt, Charlottenburg, K.M. 1883, E.M. 1896.
Klein, F., Professor der Mathematik, Göttingen, O.M. 1872, E.M. 1875.
Koch, R., Professor, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1895.
Kölliker, A. v., Excellenz, Professor der Anatomie, Würzburg, K.M. 1851, E.M. 1883.
Kussmaul, A., Excellenz, Professor der Medicin, Heidelberg, O.M. 1859, K.M. 1863, E.M. 1883.
Kupfer, C. v., Professor der Anatomie, München, KM. 1896, EM. 1899.
Leber, Professor der Augenheilkunde, Heidelberg, 1899.
Leube, W. v., Professor der Medicin, Würzburg, O.M. 1868, E.M. 1886.
Lister, J., Professor der Chirurgie, London, 1883.

Marey, E. J., Professor der Physiologie, Paris, 1878.
Michel, J. v., Professor der Augenheilkunde, Würzburg, O.M. 1873, K.M. 1878, E.M. 1895.
Ostwald, W., Professor der physikal. Chemie, Leipzig, K.M. 1895, E.M. 1897.
Pettenkofer, M. v., Excellenz, Professor der Hygiene, München, K.M. 1851, E.M. 1883.
Recklinghausen, F. v., Professor der path. Anatomie, Strassburg, 1896.
Rindfleisch, G. E. v., Professor der path. Anatomie, Würzburg, KM. 1883, EM. 1899.
Röntgen, C. v., Professor der Physik, Würzburg, K.M. 1889, E.M. 1897.
Sattler, H., Professor der Augenheilkunde, Leipzig, O.M. 1879, K.M. 1886, E.M. 1895.
Sämisch, O., Professor der Augenheilkunde, Bonn, KM. 1887, E.M. 1899.
Selenka, E., Professor der Zoologie, München, O.M. 1874, E.M. 1896.
Thomson, Sir W., Lord Kelvin, Professor der Physik, Glasgow, 1878.
Virchow, R., Professor der path. Anatomie, Berlin, K.M. 1851, E.M. 1858.
Voit, C. v., Professor der Physiologie, München, K.M. 1863, E.M. 1883.
Waldeyer, W., Professor der Anatomie, Berlin, 1897.
Weber, H., Professor der Physik, Braunschweig, 1899.
Weismann, A., Professor der Zoologie, Freiburg i. Br., 1897.
Wislicenus, J., Professor der Chemie, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1895.
Ziemssen, H. v., Professor der Medicin, München, O.M. 1863, E.M. 1878.
Zweifel, P., Professor der Gynäkologie, Leipzig, O.M. 1876, E.M. 1887.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre Ehrenmitglieder R. Bunsen, E. v. Lommel, G. Wiedemann.

C. Korrespondierende Mitglieder.

Arnold, J., Professor der path. Anatomie, Heidelberg, 1896.
Arrhenius, S., Professor der Chemie, Stockholm, 1895.

Auwers, K., Professor der Chemie, Heidelberg, 1897.
Bauer, G., Professor der Mathematik, München, 1889.
Bäumler, Ch., Professor der Medicin, Freiburg i/Br., O.M. 1872, K.M. 1874.
Bertoni, G., Professor der Chemie, Livorno, 1895.
Bokorny, Th., Gymnasial-Professor, München, O.M. 1888, K.M. 96.
Boström, E., Professor der path. Anatomie, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1881.
Brill, A., Professor der Mathematik, Tübingen, 1894.
Buchner, L. A., Professor der Pharmacie, München, 1853.
Buchner, Ed., Professor der Chemie, Berlin, 1897.
Buchner, H., Professor d. Bacteriologie u. Hygiene, München, 1897.
Chiari, H., Professor der path. Anatomie, Prag, 1897.
Claus, A., Professor der Chemie, Freiburg i/B., 1870.
Curtius, Th., Professor der Chemie, Heidelberg, O.M. 1886, K.M. 1896.
Dareste, C., Professor, Paris, 1886.
Dejerine, J., Professor, Médecin de l'hospice de Bicêtre, Paris, 1895.
Delpino, F., Professor der Botanik, Neapel, 1875.
Duncan, M., Professor der Gynäkologie, London, 1883.
Ebert, H., Professor der Physik, München, O.M. 1887, K.M. 1894.
Eberth, C., Professor der path. Anatomie, Halle a/S., 1895.
Engelmann, Th. W., Professor der Physiologie, Berlin, 1899.
Fick, A., Professor der Physiologie, Würzburg, 1869.
Filehne, W., Professor der Pharmakologie, Breslau, OM. 1874, K.M. 1886.
Fittig, R., Professor der Chemie, Strassburg i/E., 1888.
Flemming, W., Professor der Anatomie, Kiel, 1888.
Foster, B., Professor der Medicin, Birmingham, 1866.
Geinitz, H. B., Professor der Geologie, Dresden, 1861.
Golgi, C., Professor der allg. Pathologie, Pavia, 1895.
Groth, P., Professor der Mineralogie, München, 1888.
Günther, S., Professor der Geographie, München, O.M. 1873, K.M. 1874.
Hadamard, J, Professor der Mathematik, Bordeaux, 1899.
Hansen, A., Professor der Botanik, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1882.
Hasse, E., Professor der Medicin, Göttingen, 1844.
Heller, A., Professor der path. Anatomie, Kiel, O.M. 1869, K.M. 1872.

Hering, E., Professor der Physiologie, Leipzig, 1897.
Hertwig, R., Professor der Zoologie, München, 1889.
Hilbert, D., Professor der Mathematik, Göttingen, 1899.
Hoyer, H., Professor der Histologie und Entwicklungsgeschichte, Warschau, 1884.
Hubrecht, A., Professor der Zoologie, Utrecht, O.M. 1874, K.M. 1875.
Karrer, F., Direktor der Irrenanstalt Klingenmünster, O.M. 1872, K.M. 1883.
Kjerulf, Th., Professor der Mineralogie und Geologie, Christiania, 1882.
Knoblauch, O., Privatdocent, Leipzig, OM. 1889, K.M. 1896.
Knorr, L., Professor der Chemie, Jena, O.M. 1883, K.M. 1886.
Kollmann, J., Professor der Anatomie, Basel, 1897.
Königs, W., Professor der Chemie, München, 1888.
Krause, W., Professor der Anatomie, Berlin, 1861.
Kries, J. v., Professor der Physiologie, Freiburg i/Br., 1889.
Kühne, W., Professor der Physiologie, Heidelberg, 1886.
Lépine, Professor der Medicin, Lyon, 1888.
Lieben, A., Professor der Chemie, Wien, 1870.
Liebermeister, C. v., Professor der Medicin, Tübingen, 1866.
Limpricht, H., Professor der Chemie, Greifswald, 1856.
Luciani, L., Professor der Physiologie, Rom, 1895.
Lüroth, J., Professor der Mathematik, Freiburg i/Br., 1883.
Marchand, F., Professor der path. Anatomie, Marburg, 1896.
Meissner, G., Professor der Physiologie, Göttingen, 1860.
Meyer, E. von, Professor der Chemie, Dresden, 1897.
Mosso, A., Professor der Physiologie, Turin, 1895.
Munk, Herm., Professor der Physiologie, Berlin, 1897.
Müller, W., Professor der path. Anatomie, Jena, O.M. 1856, K.M. 1861.
Nernst, W., Professor der physikal. Chemie, Göttingen, 1897.
Öbbeke, K., Prof. der Mineralogie, München, O.M. 1887, K.M. 1896.
Orth, J., Professor der path. Anatomie, Göttingen, 1897.
Ost, H., Professor der Chemie, Hannover, 1889.
Oudemans, C. A. J. A., Professor der Botanik, Amsterdam, 1861.
Pechmann, H. Frhr. v., Professor der Chemie, Tübingen, 1889.
Plank, M., Professor der Physik, Berlin, 1897.
Prym, F., Professor der Mathematik, Würzburg, 1883.

Raymond, F., Professor, Médecin de la Salpêtrière, Paris, 1895.
Retzius, G., Professor der Anatomie, Stockholm, 1895.
Richthofen, F. Frhr. v., Professor der Geographie, Berlin, 1883.
Röhring, Oberstabsarzt a. D., Nürnberg, O.M. 1886, K.M. 96.
Rothmund, A. v., Professor der Ophthalmologie, München, 1887.
Sarasin, Ed., Grand Saconnet, Genf, 1896.
Schwalbe, G., Professor der Anatomie, Strassburg i/E., 1886.
Schweinfurth, G., Kairo, 1865.
Simon, H. Th., Docent am physik. Verein Frankfurt a. M. OM. 1894, KM. 1899.
Steiner, J., Professor, prakt. Arzt, Cöln, O.M. 1876, K.M. 1879.
Stintzing, R., Professor der Medicin, Jena 1899.
Strasburger, E., Professor der Botanik, Bonn, 1883.
Suringar, R., Professor der Botanik, Leyden, 1865.
Thiele, J., Professor der Chemie, München, 1897.
Uhthoff, Professor der Augenheilkunde, Breslau 1899.
Ullrich, H., Direktor der Irrenanstalt Kaufbeuren und Irsee, O.M. 1874, K.M. 1888.
Volhard, J., Professor der Chemie, Halle, O.M. 1879, K.M. 1882.
Vongerichten, E., Strassburg i/E., O.M. 1873, K.M. 1883.
Weyl, Th., Privatdocent, Berlin-Charlottenburg, O.M. 1879, K.M. 1883.
Wiedersheim, R., Professor der Anatomie, Freiburg, 1899.
Wislicenus, W., Professor der Chemie, Würzburg, 1897.
Zahn, F. W., Professor der path. Anatomie, Genf, 1896.
Ziegler, E, Professor der pathol. Anatomie, Freiburg, 1899.
Zittel, C. A. v., Professor der Palaeontologie, München, 1883.
Zuntz, N., Professor der Physiologie, Berlin, 1889.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre korrespondierenden Mitglieder A. Ernst und H. Immermann.

Vorstand.

Vom 1. Mai 1899 an besteht der Vorstand aus den Herren

v. Strümpell, I. Direktor,
Busch, II. Direktor,
Schulz, O., I. Sekretär,
Schmidt, G. C., II. Sekretär,
Böttiger, Kassier.

Tauschverkehr.

Zu den Gesellschaften, mit welchen die Societät in Tauschverkehr steht, sind im Laufe des Jahres 1899 hinzugetreten:

Lancaster and New-York, American Mathematical Society.

München, Deutsche Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte.

Straßburg i. E., Gesellschaft der Wissenschaften des Ackerbaues und der Künste im Unter-Elsaß.

Washington, United States Geological Survey.

Zusendungen von Büchern etc. für die Gesellschaft wolle man direkt an die Societas Physico-Medica zu Erlangen richten, welche, sofern nicht besondere Empfangsanzeige verlangt wird, für eingegangene Schriften nur in dem folgenden Verzeichnisse dankt.

Verzeichnis

der vom 1. Januar bis 31. Dezember 1899 eingelaufenen Druckschriften:

A) im Tauschverkehr.

Amsterdam, Koninklijke Akademie van Wetenschappen: Jaarboek 1898. Verslag van de gewone Vergaderingen der Wis- en natuurk. Afd. 7 (1899). — Prijsvers 1899.

Arcachon, Société scientifique et station zoologique: Travaux 1898.

Augsburg, Naturhistorischer Verein für Schwaben und Neuburg: Bericht 33 (1898).

Aussig, Naturwissenschaftlicher Verein:

Baltimore, American Chemical Journal 20 (1898), Nr. 8—10. 21 (1899), Nr. 1—5.

— Johns Hopkins University, Biological Laboratory: Memoirs IV, 1—3.

Bamberg, Naturforschende Gesellschaft: Verhandlungen.

Basel, Naturforschende Gesellschaft: Verhandlungen.

Batavia, Natuurkundig Vereeniging in Nederl.-Indïe: Tijdschrift 58 (1898). — Boekwerken.

Bautzen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte und Abhandlungen.

Bergen, Bergens Museum: Aarbog 1898. 1899, 1. — Sars, G. O.: An Account of the Crustacea of Norway II, T. XIII—XIV.

Berlin, Akademie der Wissenschaften: Sitzungsberichte 1899, Nr. 1—38.

— Botanischer Verein der Provinz Brandenburg: Verhandlungen 40 (1898).

— Deutsche chem. Gesellschaft: Berichte 31 (1898), Nr. 18—19. 32 (1899), Nr. 1—17.

— Geol. Landesanstalt und Bergakademie: Jahrbuch.

— Verein für innere Medizin: Verhandlungen 18 (1898/99).

— Deutsche Medizinalzeitung: XX (1899), Nr. 2—104. Notizkalender XIV (1899), Nr. 2—4.

— Medizinische Gesellschaft: Verhandlungen 29 (1898).

— Gesellschaft naturforschender Freunde: Sitzungsberichte 1898.

— Physikalische Gesellschaft: Verhandlungen 17 (1898), Nr. 12 bis 13. Sodann unter verändertem Namen mit neuer Zählung: Deutsche Physikalische Gesellschaft: Verhandlungen 1 (1898), Nr. 1—14.

Berlin, Physiologische Gesellschaft:
— Polytechnische Gesellschaft: Polytechnisches Centralblatt 60 (1898/99), Nr. 7—24. 61 (1899/1900), Nr. 1—6.

Bern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen 1897, Nr. 1436—1450.

Bonn, Naturhistorischer Verein für die preussischen Rheinlande und Westphalen: Verhandlungen 55 (1898), Nr. 1. 2. 56 (1899), Nr. 1. — Sitzungsberichte 1898, Nr. 1. 2. 1899, Nr. 1.

Bordeaux, Société des Sciences physiques et naturelles: Mémoires Sér. V t. IV u. App. — Procès-verbaux 1897/98.

Boston, American Academy of Arts and Sciences: Proceedings 34 (1898/99), Nr. 2—23. 35 (1899/1900), Nr. 1—3.
— Society of Natural History: Proceedings 28, Nr. 13—16.

Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften: Jahresbericht 11 (1897/98. 1898/99).

Bremen, Naturwissenschaftlicher Verein: Abhandlungen XVI, 1. 2 & Jahresbericht 34 (1898/99).

Breslau, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur:

Brünn, Naturforschender Verein: Verhandlungen 36 (1897). — Bericht der meteorologischen Commission 16 (1896).

Brüssel, Académie Royale de Médecine de Belgique: Bulletin 12 (1898), Nr. 10—11. 13 (1899), Nr. 1—10.
— Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Annuaire 64 (1898). 65 (1899). — Mémoires 53. Tables générales (1772—1897). — Mémoires cour. et autres mémoires 48, 2. 53. 54. 55. 57. — Mémoires des sav. étr. 54. 55. 56. — Bulletin Sér. III, 34 (1897), 35 (1898), 36 (1898). Tables génér. Sér. III, 1—30 (1881—95).
— Société Entomologique de Belgique: Annales 42 (1898).
— Société Royale de Botanique de Belgique: Bulletin 37 (1898).

Budapest, Ungarische Akademie der Wissenschaften: Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn 15. — Értekezések a természettudományok köreböl. — Értekezések a mathematikai tudományok köreböl. — Mathematikai és természettudományi Értesitö 16, Nr. 3—5. 17, Nr. 1. 2. — Rapport 1898.

Buenos Aires, Museo Nacional: Anales 6 (1899). — Comunicaciones I, Nr. 2—4.

Bukarest, Societatii de Sciinte Fizice: Buletinul 7 (1898), Nr. 6. 8 (1899), Nr. 1—5.

Cambridge (Mass.), Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Bulletin 32, Nr. 9—10. 33, 34, 35, Nr. 1—6. Report 1897/98, 1898/99.

Chemnitz, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht.

Cherbourg, Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques: Mémoires.

Christiania, Kgl. Universität: Norges officielle Statistik. R. III Nr. 290, 296, 317, 320.

Chur, Naturforsch. Gesellschaft Graubündens: Jahresbericht 42 (1898/99) mit Beilage.

Córdoba, Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina: Boletin XVI, 1.

Danzig, Naturforschende Gesellschaft: Schriften N. F. 9, Nr. 3. 4.

Dorpat siehe Jurjew.

Dresden, Gesellschaft für Natur- und Heilkunde: Jahresbericht.
— Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte 1898, 1. 2.

Dublin, Royal Dublin Society: Proceedings 8, Nr. 6. — Transactions 6, Nr. 14—16. 7, Nr. 1.
— Royal Irish Academy: Proceedings 5, Nr. 2. 3. Transactions.

Dürkheim, Pollichia: Mitteilungen 12 (1898).

Edinburg, Royal College of Physicians:
— Botanical Society: Transactions 21, 1. 2. 3.
— Physical Society: Proceedings 1897/98.
— Royal Society: Proceedings. — Transactions.

Elberfeld, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht 9 (1899).

Emden, Naturforschende Gesellschaft: Jahresbericht. — Schriften 19.

Florenz, Biblioteca Nazionale Centrale: Bollettino delle pubblicazioni italiane Nr. 312—335. Indici 1898, 1—10.
— Istituto di Studi Superiori: Pubblicazioni.
— Società Botanica Italiana: Bullettino. — Nuovo Giornale Botanico.

Frankfurt a. M., Aerztlicher Verein: Jahresbericht über die Verwaltung des Medizinalwesens, die Kranken-Anstalten und die öffentlichen Gesundheitsverhältnisse der Stadt Frankfurt a. M. 42 (1898). Tabellarische Übersichten betreffend den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M. 1898.
— Senckenbergische Naturforsch. Gesellschaft: Bericht. Abhandlungen 21, Nr. 2—4. 24, Nr. 3. 4.
— Physikalischer Verein: Jahresbericht 1897/98. — König, Walter: Goethes optische Studien (1899).

Frankfurt a. O., Naturwissenschaftlicher Verein: Helios. Abhandlungen und Mitteilungen aus dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften 16 (1899). — Societatum Litterae 12 (1898), Nr. 5—12.

Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft: Mittheilungen 13 (1898).

Freiburg i. B., Naturforschende Gesellschaft: Berichte 11, 1.

Fulda, Verein f. Naturkunde: Bericht.
St. Gallen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht 1896/97.
Genf, Société de Physique et d'Histoire Naturelle: Compte rendu 15 (1898).
Gent, Kruidkundig Genootschap Dodonaea.
Genua, Accademia Medica: Bollettino XIV (1899), Nr. 1—3.
— Museo Civico di Storia Naturale: Annali 19 (1898).
Giessen, Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde: Bericht 32 (1897—99).
Görlitz, Naturforschende Gesellschaft: Abhandlungen.
Göteborg, Kgl. Vetenskaps- och Vitterhetssamhälle: Handlingar.
Göttingen, Gesellsch. der Wissenschaften: Nachrichten, Math.-phys. Kl. 1898, Nr. 2. 1899, Nr. 1.
— Geschäftliche Mitteilungen 1898, Nr. 4. 1899, Nr. 1. 2.
Graz, Verein der Aerzte in Steiermark: Mitteilungen 35 (1898). 36 (1899), Nr. 1—7.
— Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark: Mitteilungen 35 (1898).
Greifswald, Naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen: Mitteilungen 30 (1898).
Haarlem, Musée Teyler: Archives Sér. II, Vol. 6, Nr. 3. 4.
Halifax, New Scotian Institute of Science: Proceedings and Transactions IX (1897/98), Nr. 4.
Halle a. S., Kaiserl. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher: Leopoldina 34, Nr. 12. 35, Nr. 1—11.
— Naturforschende Gesellschaft.
— Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für Naturwissenschaften 71 (1898), Nr. 6. 72 (1899), Nr. 1. 2.
Hamburg, Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg-Altona: Verhandlungen III. Folge, 6 (1899). — Abhandlungen.
— Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung:
Hanau, Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde: 1895 bis 1899.
Hannover, Naturhistorische Gesellschaft: Jahresbericht.
Heidelberg, Naturhistorisch-Medizinischer Verein: Verhandlungen 6, Nr. 1. 2.
Helsingfors, Societas pro Fauna et Flora Fennica: Acta. — Herbarium Musei Fennici Meddelanden.
— Societas Scientiarum Fennica: Acta 24. — Bidrag till kännedom of Finlands Natur och Folk 57. — Öfversigt. — Observations publiées par l'Institut Météorologique Central. — Observations météorologiques.
— Société de géographie de Finlande: Travaux.

Jekaterinburg, Société Ouralienne de Médecine: Mémoires VI (1899), Nr. 2.

Innsbruck, Naturwissenschaftl.-Medizin. Verein: Berichte XXIV (1897/98 und 98/99).

Jurjew, Naturforschende Gesellschaft: Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands. — Sitzungsberichte 12, Nr. 1. — Schriften.

Karlsruhe, Naturwissenschaftlicher Verein: Verhandlungen.

Kasan, Société Physico-Mathématique: Bulletin Sér. II, T. 8, Nr. 2 bis 4. T. 9, Nr 1. 2.

Kassel, Verein für Naturkunde: Abhandlungen und Bericht 44.

Kiel, Naturwissenschaftlicher Verein in Schleswig-Holstein: Schriften 11, Nr. 2.

Kiew, Société des Naturalistes: Mémoires.

Klausenburg, Siebenbürgischer Museumsverein: Értesitö.

Königsberg i. Pr., Physikalisch-Oekonomische Gesellschaft: Schriften 39 (1898).

Kopenhagen, K. Danske Videnscabernes Selskab: Oversigt. — Bulletin 1898, Nr. 6. 1899, Nr. 1—5.

— Naturhistorisk Forening: Meddelelser 1896. 1898.

— Medicinske Selskab: Forhandlinger 1898/99.

La Haye, Société Hollandaise des Sciences: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles Sér. II, 2 (1898), Nr. 2—5. II, 3 (1899), Nr. 1. 2.

Lancaster & New-York, American Mathematical Society: Bulletin Sér. 2 vol. V, Nr. 4—10. VI, Nr. 1. 2.

Landshut, Botanischer Verein: Bericht.

La Plata, Facultad de Agronomia y Veterinaria: Revista.

Lausanne, Société Vaudoise des Sciences Naturelles: Bulletin 130—132.

Lawrence, Kansas University Quarterly VIII, 1—3.

Leipzig, Jablonowskische Gesellschaft: Jahresbericht 1898. 1899.

— Naturforschende Gesellschaft: Sitzungsberichte 24. 25 (1897/98).

— Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch-Physikal. Klasse: Berichte 1899, Nr. 1—5.

— Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde: 16 (1898), Nr. 12. 17 (1899), Nr. 1—12.

— Medicinische Gesellschaft: Berichte 1896/97, 1897/98.

London, Nature Nr. 1523—1574.

— Mathematical Society: Proceedings 655—690. — List of Members 1898/99.

— Royal Society: Proceedings 406—421. — Transactions 190 B, 191 A. — List of Members. — Year-Book. — Record 1, 1897.

Lüneburg, Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstentum Lüneburg: Jahreshefte.

Lüttich, Société Royale des Sciences de Liége: Mémoires Sér. III, 1.
Luxemburg, Institut Grand Ducal, Section des Sciences Natur. Mathém.: Publications.
— Société Botanique du Grand-Duché de Luxembourg: Recueil.
Luzern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen.
Madison (Wisc.), Wisconsin Academy of Sciences, Arts, and Letters: Transactions 12 (1898), 1.
— Wisconsin Geological and Natural History Survey: Bulletin 1 (= Economic Ser. 1), 2 (= Scientific Ser. 1).
Magdeburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht und Abhandlungen.
Mailand, Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere: Rendiconti 31 (1898).
— Società Italiana di Scienze Naturali: Atti 37, Nr. 4. 38, Nr. 1—3. — Memorie.
Marburg, Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften: Sitzungsberichte.
Marseille, Faculté des Sciences: Annales IX, 1899, Nr. 1—5.
Melbourne, Royal Geographical Society of Australia: Transactions.
Meriden, Scientific Association: Transactions.
Milwaukee (Wisc.), Public Museum of the City: Report 16 (1897/98).
Minnesota, Geological and Natural Survey of Minnesota: Bulletin. — Report.
Montevideo, Museo Nacional: Anales, Tom. II, fasc. 11.
Moskau, Société Impériale des Naturalistes: Bulletin 1898, Nr. 2—4.
München, Gesellschaft für Morphologie und Physiologie: Sitzungsberichte XIV (1898), H. 3. XV (1899), H. 1. 2.
— Medizin.-Klinisches Institut:
— Aerztlicher Verein: Sitzungsberichte 8 (1898).
— Wochenschrift für Tierheilkunde und Viehzucht.
— Deutsche Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte: Correspondenzblatt 30 (1899), Nr. 1—5. 7. 8.
Münster i. W., Westfäl. Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst: Jahresbericht.
Neapel, Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche (Sezione della Società Reale di Napoli): Rendiconto 37 (Ser. III. Vol. 4, 1898), Nr. 12. 38 (Ser. III. Vol. 5, 1899), Nr. 1—7.
— Zoologische Station: Mitteilungen 13, Nr. 4.
Neuchâtel: Société des Sciences Naturelles: Bulletin 21, 1893 — 25, 1897.
New York, Academy of Sciences: Annals 11, Nr. 3. 12, Nr. 1. — Transactions. — siehe Lancaster.
Nürnberg, Medizinische Gesellschaft u. Poliklinik: Jahresbericht 1898. — Sitzungsberichte 1898.

Nürnberg, Naturhistorische Gesellschaft: Abhandlungen 12.
— Aerztlicher Lokalverein: Sitzungsberichte 1898.
— Germanisches Nationalmuseum: Anzeiger 1898. — Mitteilungen 1898. — Katalog der Glasgemälde 2. A. 1898.
Odessa, Société des Naturalistes de la Nouvelle Russie: Mémoires 22, Nr. 2. Mathem. Abth. 16. 19.
Offenbach, Verein für Naturkunde: Bericht.
Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht 13 (1898).
Palermo, Circolo Matematico: Annuario. — Rendiconti 13, 1899: 1—6.
Paris, Société de Biologie: Comptes rendus et Mémoires 1896, Nr. 12. 1898, Nr. 19. 42. 1899, Nr. 1—38.
— Société Linnéenne: Bulletin 143—151. N. S. 10. 11.
— Société Zoologique de France: Bulletin 22 (1897), Nr. 9—11. 23 (1898). 24 (1899), Nr. 1.
Passau, Naturhistorischer Verein: Bericht.
Perugia, Università, Facoltà di medicina & Accademia Medico-Chirurgica: Annali e memorie 10 (1898), Nr. 2—4.
Petersburg, Académie des Sciences: Bulletin Sér. 5, Tome 7, Nr. 3—5. Tome 8, Nr. 1—5. Tome 9, Nr. 1—5. Tome 10, Nr. 1—4.
— Hortus Petropolitanus: Acta XV, 1. — Scripta.
— Société des Naturalistes: Section de Botanique, Bulletin. — Comptes rendus 1898, Nr. 6—8. 1899, Nr. 1—3. — Section de Botanique, Travaux 29, 3. — Section de Géologie et de Minéralogie, Travaux 27, 5. 28, 5. — Section de Zoologie et de Physiologie, Travaux 28, Nr. 2. 4. 29, Nr. 2. 30, Nr. 2.
— Société physico-chimique russe: Journal 30 (1898), Nr. 8. 9. 31 (1899), Nr. 1—7. — Protokoly 1898, Nr. 7. 8. 1899, Nr. 1—8.
Philadelphia, Academy of Natural Sciences: Proceedings 1898, Nr. 2—3. 1899, Nr. 1.
— College of Physicians: Transactions Ser. 3, Vol. 20.
— Wagner Free Institute of Science: Transactions.
— Philadelphia County Medical Society: Proceedings.
— American Philosophical Society: Proceedings 158. 159.
Pisa, Scuola Normale Superiore (Scienze Fisiche e Matematiche): Annali.
Prag, Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften: Jahresbericht 1898. — Sitzungsberichte (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse) 1898.
— Lese- und Redehalle der deutschen Studenten: Bericht 1897.
Regensburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Berichte.
Riga, Naturforscher-Verein: Correspondenzblatt 42 (1899). — Arbeiten N. F. 8. 9. — Nachtrag zur balt. Lepidopteren Fauna von C. A. Teich in Heft 6.

Rio de Janeiro, Museu Nacional: Revista.
Rochester, Academy of Sciences: Proceedings.
Rom, Accademia dei Lincei: Rendiconti (Classe di Scienze Fisiche etc.) 1898, Semestre II, Nr. 12. 1899, Semestre I, Nr. 1—12 Semestre II, Nr. 1—11.
— Accademia Medica: Bullettino.
— Gazzetta Chimica Italiana 28 (1898) II, Nr. 6. 29 (1899) I, Nr. 1—6. II, Nr. 1—4.
St. Louis, Missouri Botanical Garden: Report.
Salem, Essex Institute: Naturalist. — Bulletin 28 (1896), Nr. 7—12. 29 (1897), Nr. 7—12. 30 (1898), Nr. 1—6.
San Francisco, California Academy of Sciences: Proceedings.
Santiago, Société Scientifique du Chile: Actes 8 (1898), Nr. 1—4.
— Deutscher Wissenschaftlicher Verein: Verhandlungen.
Stockholm, Svenska Vetenskaps-Akademie: Bihang 24 (1899), Nr. 1—4. — Handlingar 30 (1897/98), 31 (1898/99). — Öfversigt af Förhandlingar. — Entomologiska Förening: Tidskrift 19 (1898).
Straßburg, Gesellschaft der Wissenschaften, des Ackerbaues und der Künste im Unterelsaß: Monatsbericht.
Stuttgart, Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte 55 (1899).
Thorn, Coppernicus-Verein für Wissenschaft u. Kunst: Mitteilungen XII. — Jahresbericht.
Tokio, Medizinische Fakultät der Kaiserl. Japanischen Universität: Mitteilungen.
Toulouse, Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres: Mémoires. — Bulletin 1 (1897/98), Nr. 1—3.
Triest, Museo Civico di Storia Naturale: Atti.
— Società Adriatica di Scienze Naturali: Bollettino.
Tufts College (Mass.): Studies.
Turin, R. Accademia delle Scienze (Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali): Atti 34 (1898/99), Nr. 1—15. — Memorie Ser. II, Vol. 48. — Osservazioni Meteorologiche 1898.
Ulm, Verein für Mathematik und Naturwissenschaften: Jahreshefte.
Upsala, Läkareförening: Förhandlingar N. F. IV (1898/99), H. 2—9, V (1899/1900), H. 1—3.
Utrecht, Provincial Utrechtsch Genootschap: Aanteekeningen 1898. Verslag 1898.
Washington, National Academy of Sciences: Memoirs VIII, 3 (1899).
— Smithsonian Institution: Miscellaneous Collections. — Report. — 5 Sep.-Abdrücke.
— Library of the Surgeon Generals Office: Index-Catalogue Ser. II. Vol. III. IV.

Washington, U. S. National Museum.
— United States Geological Survey: Report 18 (1896—97), Nr. 1 bis 5. 19 (1897—98), Nr. 1. 4. 6, 1. 2.

Wernigerode, Naturwissenschaftl. Verein des Harzes: Schriften.

Wien, Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse): Sitzungsberichte, von Abteilung IIa. 107, Nr. 3—10. IIb. 107, Nr. 4—10. III. 107, Nr. 1—10.
— Zoolog.-Botanische Gesellschaft: Verhandlungen 48 (1898).
— Naturhistorisches Hofmuseum: Annalen 13 (1898), Nr. 2—4. 14 (1899), Nr. 1, 2.
— Geologische Reichsanstalt: Jahrbuch 48 (1898), Nr. 2—4. 49 (1899), Nr. 1. 2. — Verhandlungen 1898, Nr. 15—18. 1899, Nr. 1—10.
— Naturwissenschaftl. Verein an der Universität: Mitteilungen.
— Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse: Schriften 39 (1898/99).

Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde: Jahrbücher 52 (1899).

Würzburg, Physikal.-Medizinische Gesellschaft: Sitzungsberichte 1898, Nr. 1—8. — Verhandlungen 32 (1898).

Zürich, Naturforschende Gesellschaft: Neujahrsblatt. — Vierteljahrschrift 44 (1899). Nr. 1. 2.

Zwickau, Verein für Naturkunde: Jahresbericht 1898.

B) als Geschenk.

Boletin de Hijiene i Demografia publ. por el Instituto de Hijiene de Santiago. I (1898), Nr. 7—12.

Revista Chilena de Hijiene. Santiago. 4, Nr. 2—4.

Report of the Kensington Hospital for Women. Philadelphia. 1897/98.

Rosenthal, J.: Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven. Lpzg. 1899. 2. Aufl. (Intern. wiss. Bibl. Bd. XXVII).

Robinski, Severin: Operiren oder Nichtoperiren bei Krebs-Erkrankungen und andere zeitgemäße, insbesondere therapeut. Fragen. . . . Berlin 1898. (Zur Charakteristik und Geschichte der moral.-soc.-polit. Zustände der Gegenwart).

Stratz, C. H.: Der geschlechtsreife Säugethiereierstock. Eine von der Utrechter Gesellschaft für Kunst und Wissensch. gekrönte Preisschrift. Haag 1898.

Schweder II, G.; Die Bodentemperaturen bei Riga. Riga 1899.

Poehl, Alexander: Die physiolog.-chem. Grundlagen der Spermintheorie nebst klinischem Material zur therapeut. Verwendung des Sperminum-Poehl. St. Petersburg 1898.

Cavazzani, Emilio: Weiteres über die Cerebrospinalflüssigkeit. (Sp.-A. a. d. Centralbl. f. Physiologie v. 13. Juni 1896, H. 6).

Cavazzani, Emilio: Contributo allo studio delle origini del calore animale. Ferrara 1897.

— Sul meccanismo della trasformazione del glicogeno del fegato in glucosio. Ferrara 1897.

— Influenza di alcuni colori d'anilina sui movimenti delle ciglia vibratili. Ferrara 1897.

— Intorno all' influenza di alcuni colori d'anilina sulla retrazione del Coagulo sanguigno. Ferrara 1898.

— Fissazione sulla retina di alcune sostanze coloranti iniettate nei vasi sanguigni. Ferrara 1898.

— La temperatura del fegato durante la chiusura dei suoi vasi sanguigni afferenti. Ferrara 1898.

— Intorno alla formazione del glucosio nel fegato. Ferrara 1899.

— La fistola cefalorachidiana. Ferrara 1899.

— Ueber den Mechanismus der Zuckerbildung in der Leber. (Sp.-A. a. Arch. f. Anatomie und Physiol. Physiol. Abth. Suppl. 1899).

Gordon y de Acosta, Antonio de: Indicaciones terapeuticas de la musica. Habana, 1899.

— Declaremos en Cuba, Guerra a la Tuberculosis. Habana 1899.

— Consideraciones sobre la voz humana por . . . . Trabajo public. en la „Revista de Medicina y Cirurjia de la Habana."

Hartman, Jacobus Joannes: Pater ad filium. Carmen praemio aureo ornatum. Accedunt quatuor poemata laudata. Amstelod. 1899.

Orth, J.: Arbeiten aus d. patholog. Institut in Göttingen. Bericht 5. 6. (Sp.-A. a. d. Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. z. Gött. Mathm.-ph. Kl. 1898, 2. 1899, 2).

Noble, Charles P.: True Conservatism in Gynecology. (Repr. from the Pennsylvania Medic. Journal, Febr. 1899).

— Operations during pregnancy. (Repr. from the American Gynaecolog. a. Obstetr. Journal for April 1899).

— Alexander's Operation. (Repr. from the American Gynaecolog. a. Obstetr. Journal for May 1899).

— The history of the Early Operations for Fibroid Tumors. (Repr. from the American Journal of Obstetrics. Vol. 40, Nr. 2, 1899).

— Progreß in Gynecology. (Repr. from Maryland Medic. Journal, July 8, 1899).

— Shall absorbable or non-absorbable ligatures and sutures be employed in hysterectomy and salpingo-oophorectomy? . . . (Repr. from the Medic. News, Oct. 15, 1898).

— Abdominal section on a patient suffering from exophthalmic goitre . . . ([Repr. from the American Gynaecolog. and Obstetr. Journal for Dec., 1898]).

Simon, Hermann Th.: Notiz über schnelle Funkenentladungen. (Sp.-A. a. d. Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wiss. z. Gött. Mathem.-ph. Kl. 1899, 2.)

— Das Wirkungsgesetz des Wehnelt-Unterbrechers. (Sp.-A. a. d. Nachr. d. k. Gesellsch. d. Wiss. z. Gött. Mathem.-ph. Kl. 1899, 2.)

— Das Wirkungsgesetz des Wehnelt-Unterbrechers. (Sp.-A. a. d. Annalen d. Physik und Chemie. N. F. Bd. 68, 1899.)

— Ueber eine Abänderung des Wehnelt'schen Stromunterbrechers. (Sonderabd. a. d. Elektrotechn. Zeitschrift 1899, Heft 25.)

Ratgeber, Der Technische —. Berlin III (1899), Nr. 1.

Della Torre, K. W. u. Friese, H.: Die hermaphroditen u. gynandromorphen Hymenopteren. (Sp.-A. a. d. Berichten des naturwissensch.-mediz. Vereines i. Innsbruck XXIV, 1898.)

Baucke, Ernst: Ein Beitrag zur Pathologie der Nebennieren mit besonderer Berücksichtigung des Morbus Addisonii. (Gött. Diss.) Göttingen 1899.

Bensen, Wilhelm: Beiträge zur Kenntniß von der heteroplastischen Knochenbildung. (Gött. Diss.) Göttingen 1898.

Sauer, Martin: Ueber compensatorische Hypertrophie des Nierenparenchyms bei Hydronephrose durch spitzwinkligen Abgang des Ureters. (Gött. Diss.) Göttingen 1898.

Wiebrecht, Karl: Ueber die Ectasien des Oesophagus. (Gött. Diss.) Göttingen 1897.

Sitzungen.

Die physikalisch-medicinische Societät hielt vom 1. Januar bis zum 31. Dezember 1899 sieben Sitzungen ab, deren wissenschaftliches Material in dem nachstehenden Verzeichnis niedergelegt ist.

Verzeichnis der in den Sitzungen gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 17. I. 99.

R. Heinz: Über die Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung.

Sitzung am 6. III. 99.

E. Wiedemann: Einige Versuche aus der Elektrizitätslehre.

E. Pechuël-Loesche: Vorlegung von Farbenskizzen: Lichterscheinungen in der Atmosphäre.

Sitzung am 8. V. 99.

R. Heinz: Über Blut-Degeneration und -Regeneration.

Sitzung am 12. VI. 99.

E. Graser: Demonstration von Darmpräparaten.

A. Spuler: Über die Histiogenese der Binde- und Stützsubstanzen, sowie des Blutes (— des Mesenchyms. —).

Sitzung am 10. VII. 99.

G. Hauser: Demonstration pathol.-anatomischer Präparate.

L. R. Müller: Demonstration elektromedicinischer Apparate.

Sitzung am 13. XI. 99.

K. Strehl: Theorie der mikroskopischen Wahrnehmung und Täuschung an Pleurosigma ang. in 160000facher Vergrösserung.

Sitzung am 11. XII. 99.

O. Aichel: Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Nebennieren und der sogenannten „accessorischen Nebennieren“.

C. Oppenheimer: Die Bakterientoxine und die Schutzkräfte des Organismus.



Ueber die Bildung von Pseudophit in granitischen Gesteinen.

Von Hermann Stadlinger.

I.

Einleitende Uebersicht über die geologischen Verhältnisse der Umgegend von Markt-Redwitz im Fichtelgebirge.

Die klassische Schilderung, welche das Fichtelgebirge durch C. W. von Gümbel erfuhr, läßt erkennen, daß jenes Mittelgebirge ein äußerst kompliziertes und abwechslungsreiches geologisches Bild zeigt infolge der Wirkung der gebirgsbildenden Kräfte im Sinne zweier Hauptrichtungssysteme: jener des hercynischen und jener des Erzgebirges. Wie diese Verhältnisse im Großen maßgebend für den geotektonischen Charakter der ganzen Landschaft waren, so läßt sich auch im Kleinen häufig jene bunte Verbreitung von Gesteinen verschiedenster Art auf verhältnismäßig engem Raume erkennen — eine Erscheinung, welcher wir in ganz hervorragendem Maße in der näheren Umgebung von Markt-Redwitz begegnen.

Markt-Redwitz[1]) liegt im Bereiche der Phyllite, jener altkrystallinischen Schiefer, deren wechselvoller Gesteinstypus im ganzen Fichtelgebirge eine charakteristische Eigentümlichkeit ist. Sie treten bald in einer mehr oder weniger feinschiefrigen, den Glimmerschiefern ähnlichen Form auf, bald gewinnen sie durch das deutliche Hervortreten von Feldspat oder Quarz einen mehr flaserigen, gneißartigen Charakter, auf Grund dessen solchen Varietäten von Gümbel die Bezeichnung „Phyllitgneiße" beigelegt wurde; zwischen beiden Ausbildungsformen bestehen zahl-

[1]) Zur Orientierung mag hier zunächst ein kurzer Ueberblick über die geologischen Verhältnisse der Umgegend von Markt-Redwitz Platz finden, welcher gleichzeitig als Erläuterung für die beigefügte Kartenskizze dienen soll.

reiche Uebergänge. Durch Hinzutreten von Hornblende wird die Zahl der Abänderungen um weiteres vermehrt; unter Umständen verdrängt jenes Mineral die übrigen Phyllitgemengteile in einem solchen Grade, daß sich förmliche Amphibolschiefer ausbilden. Neben diesen normalen Gesteinen der Phyllitformation begegnen wir noch den sog. Fleckenphylliten, deren petrographischer Charakter zweifellos von den benachbarten Graniten beeinflußt ist. Aehnlich den krystallinischen Schiefern im Gebiete von Wunsiedel, ist auch der um Redwitz ausgebreitete Phyllitkomplex mit einer mächtigen Einlagerung körnigen Kalkes ausgestattet, welche als südliches Pendant zu dem durch seine Specksteinvorkommnisse bekannten, nördlichen Kalkzuge erscheint. Das Kalklager von Redwitz ist südwestlich von Rieglasreuth ab aufgeschlossen und läßt sich über Pullenreuth, Waldershof, den Bahnhof Redwitz bis zum Strehlerberg verfolgen. Von hier ab tritt bis Arzberg eine Unterbrechung ein, ähnlich derjenigen, welche der nördliche Zug durch das Empordringen des granitischen Centralmassivs zwischen Mehlmeisel und Eulenloh erfuhr; eine Konvergenz des südlichen gegen das nördliche Kalklager führt bei Schirnding zur Vereinigung beider.

Von den sonst im Fichtelgebirge eine große Rolle spielenden Schieferbildungen des Palaeozoicums oder den Ablagerungen des Mesozoicums vermissen wir in der Gegend von Redwitz jegliche Spur; wohl aber sind die großartigen Granitdurchbrüche, welche teils stock-, teils gangförmig in den Bereich der altkrystallinen Schiefer eindrangen, von außerordentlicher Bedeutung für den tektonischen Charakter des Gebietes selbst, wie auch für die petrographische Beschaffenheit der einzelnen Gesteinsarten geworden, indem sich in letzteren kontaktmetamorphische Wirkungen der verschiedensten Art äußerten. So beobachten wir teils Bildung von Kalksilikathornfelsen oder Fleckenphylliten, Erscheinungen, welche geeignet sind, das geologische Bild noch abwechslungsvoller zu gestalten. Der Granit selbst tritt uns bald in einer mehr fein- bis grobkörnigen Varietät entgegen, bald als Pegmatit oder auch in jenen porphyrartig struierten Ausbildungsformen, welche, gleich inselförmigen Stöcken aus dem Bereiche der altkrystallinen Schiefer heraustretend, eine Brücke bilden zwischen den so mächtig entwickelten Graniten des Centralmassivs und Steinwaldgebirges. Nicht selten

tritt Hornblende in jenem Eruptivgestein als accessorisches Mineral auf, welches sich derartig anreichern kann, daß wir Glimmer verschwinden sehen und ein syenitähnliches Gestein beobachten, welches von Gümbel geradezu als „Syenitgranit“ bezeichnet wurde. Allem Anscheine nach dürften jene, vielleicht zweckmäßiger „Amphibolgranit“ zu benennenden Gesteine nur basische, hornblendereiche, endogene Ausscheidungen des gewöhnlichen Granites sein. Wir finden dieselben teils fein- bis grobkörnig, teils auch porphyrartig struiert namentlich nördlich und nordöstlich von Redwitz in der Gegend von Lorenzreuth, Wölsau und Seussen in weitester Verbreitung.

Nach diesen granitischen Eruptionen scheint auf geraume Zeit eine Ruheepoche im Bereiche jenes Gebietes eingekehrt zu sein; erst zur Miocänperiode bezeichnete das Empordringen basaltischer Massen den Eintritt einer neuen Eruptionsperiode. Zahlreiche Basaltkegel und Kuppen, teils als Durchbrüche der Granite, teils auch der krystallinischen Schiefer, verleihen der Landschaft im Gebiete des Reichsforstes durch ihre charakteristischen Formen einen eigenartigen Reiz. Das westliche, Markt-Redwitz am nächsten liegende Vorkommen steht offenbar mit dem Auftreten zweier Gangspalten, welche sich gerade am Erhebungspunkte (Mühlberg) jenes Durchbruches durchkreuzen, in innigster Beziehung. Beide Spalten sind mit Quarz ausgefüllt, von denen die eine am Nordabhange der Luisenburg OSO auf einige Kilometer über Alexandersbad (Sauerquelle!) in der Richtung gegen Ober-Redwitz zu verfolgen ist, während die andere von Dörflas in NS-Richtung gegen Wolfersreuth verläuft.

Neben diesen basaltischen Eruptionen fällt in die Tertiärzeit die Bildung zahlreicher Braunkohlen- und Thonablagerungen, welche sich zuweilen mit den Basalten auf's engste verknüpft finden. Ich erwähne die Vorkommnisse von Braunkohle bei Zotenwies oder Schindelloh unfern Pilgramsreuth, „in der Klaussen“ bei Seussen, ferner auch die jüngst aufgedeckten bituminösen Thone am Strehlerberg. Die vielfach bergmännisch abgebauten Lager von Porzellanerde und Thonen verdanken zweifellos der Einwirkung von Kohlensäure, jenem lange andauernden Begleitphänomen basaltischer Ausbrüche, auf Granite ihre Entstehung.

Als jüngste Bildungen schließen sich diesen Tertiärablager-

ungen solche diluvialen Alters an, doch sind diese von den ersteren nicht immer leicht zu unterscheiden. Meist erkennen wir in der marmorartig bunten Streifung die Tertiärthone, während die Diluviallehme gewöhnlich eine einförmig braune, zähe Beschaffenheit in Verbindung mit ihrer ungeschichteten Struktur zur Schau tragen.

Die Wasserundurchlässigkeit jener thonigen Unterlage, von welcher die zahllosen Weiher unseres Gebietes das beste Zeugnis geben, führte vielfach zu Versumpfungen, welche nicht selten eine ausgedehnte Bildung von Torfmooren im Gefolge hatten.

Zum Arbeitsfelde meiner Spezialuntersuchungen wählte ich den etwa 20 Minuten von Markt-Redwitz entfernten Strehlerberg, einen jener zahlreichen, lang hingezogenen, ca. 540 m (ü. M.) hohen Hügel, welche in wellenförmiger Anordnung die Niederung des Redwitz-Arzberger Kessels ausfüllen.

Für die Anregung zur Untersuchung jenes Gebietes, für die mir während der Anfertigung der vorliegenden Arbeit zu teil gewordene Unterstützung und für das mir stets bewiesene Wohlwollen bin ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Lenk, zu großem Danke verpflichtet.

II.

Die körnigen Kalke und Dolomite des Strehlerberges.[1])

Die Eigenschaften des körnigen Kalkes, welcher durch jüngst am Baugrunde der neuen Chamottefabrik eröffnete Aufschlüsse zu Tage trat, sind ganz diejenigen, welche das mehr oder weniger rein weiße, marmorähnliche Gestein der Aufschlüsse: Bahnhof Redwitz, Leutendorf (Ziegelhütte und Meusselgasse) zeigt. Meist finden sich die Schichten fast saiger stehend, doch unterliegt ihre Neigung, welche gegen das Centralmassiv des Fichtelgebirges gerichtet ist, größeren Schwankungen, und dürfte sie im Mittel zwischen 70° und 85° betragen, während die Streichrichtung des Kalkzuges allgemein in NO—SW gerichtet

[1]) Vergl. das beigegebene Profil Seite 50.

ist. Das lehrreiche Profil bei der Chamottefabrik ließ die Lagerungsverhältnisse jenes körnigen Kalkes sehr schön erkennen; sein Auftreten beschränkte sich meist auf eine lentikuläre Einlagerung innerhalb eines völlig zu Kaolin oder Thon verwitterten, bänderartig gefalteten Gesteines.[1])

Die Beschaffenheit der der Kontaktzone des Granits am Pfarrweiher zunächst liegenden Kalkschichten zeigt häufig eine beginnende Desaggregation der Calcitindividuen, so daß bloße Berührung genügt, um einen Zerfall in zahllose, stecknadelkopfgroße Calcitkörnchen hervorzurufen. Offenbar haben die CO_2-haltigen Gewässer gerade an den Begrenzungszonen der einzelnen Calcitkörnchen einen geeigneten Punkt zur Entfaltung ihrer lösenden Kräfte gefunden und dadurch eine Lockerung des Gesteinsgefüges hervorgerufen.

Im Dünnschliffe zeigt sich das normale Gestein als inniges Gemenge ziemlich gleichgroßer Calcitkryställchen mit allotriomorpher Begrenzung; dieselben kennzeichnen sich in weitester Verbreitung durch die polysynthetische Zwillingsstreifung.

Die Schichtenstruktur des teils grob-, teils mittelfeinkörnigen Gesteines, welche in den farblosen, marmorähnlichen Ausbildungsformen verloren zu sein erscheint, tritt durch eine parallel den Schichten erfolgte Einlagerung eines, bald als Graphit, Graphitit oder Graphitoid bezeichneten dunklen Pigmentes hervor; ja sie tritt oft in solch großer Verbreitung auf, daß an Stelle eines weißen Marmors ein schwarzes Gestein getreten ist, dessen Kalknatur kaum wieder zu erkennen ist.

Hinsichtlich der chemischen Natur der weißen Kalke dieses südlichen Zuges zeigt sich insbesondere bezüglich des Magnesiagehaltes große Uebereinstimmung mit dem marmorähnlichen Gesteine des nördlichen Kalkzuges, wie nachfolgende Analysen darlegen mögen.

---

[1]) (Vergl. IV. Das Vorkommen von Nontronit am Strehlerberge.) Unter Hinweis auf dort angeführte Betrachtungen über die Entstehung jenes verwitterten Gesteines möchte ich vorläufig nur bemerken, daß jene lentikulären Kalkeinlagerungen vom Kontaktmetamorphismus des benachbarten Granites nicht ergriffen wurden, während der übrige Teil des Kalklagers in der Nähe des Pfarrweihers durch das granitische Magma in ein äußerst hartes, graugrünes Gestein — vorläufig vielleicht als Augitglimmerhornfels zu bezeichnen — umgewandelt wurde.

I Urkalk, weiß vom Strehlerberge (Chamottefabrik) südl. Zug.
II. „ weiß von Wunsiedel (cf. Gümbel, Fichtelgeb. p. 170) nördl. Zug.

Analyt.	Urkalk	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	H_2O	Summa
Stadlinger	I.	97,670	1,172	0,083	0,36	1,1	0,25	100,635
Schmidt	II.	97,400	1,500	—	—	0,6	0,3	99,80

Die Einlagerung jener graphitischen Substanz, welche in anderen Gebieten des Fichtelgebirges (Wunsiedel, Stemmas und Hohenberg) oft die Gestalt eckiger, zuweilen auch runder, tropfenförmiger Gebilde annimmt, hat schon früher die Aufmerksamkeit erregt; durch die neueren Arbeiten Weinschenk's[1]) dürfte die Kenntnis ihrer Entstehung und ihres Auftretens um einen bedeutsamen Schritt näher gerückt sein.

Jene teils als Graphit, Graphitoid, teils auch als Graphitit bezeichneten Vorkommnisse lassen sich nach W. sämtlich auf ein und dieselbe Modifikation des Kohlenstoffes, den Graphit zurückführen und sind deshalb nur als „Graphit“ zu bezeichnen.

Von höchstem Interesse sind indessen die Ansichten, welche bezüglich der Entstehung jenes Körpers von seiten der verschiedenen Forscher aufgestellt wurden; insbesondere sprach sich Gümbel[2]), dessen Theorie lange Zeit den Charakter großer Wahrscheinlichkeit in sich trug, dahin aus, daß jene kugeligen oder eckigen Graphitkörnchen primär bituminöse Einlagerungen organischen Ursprunges gewesen seien, welche eine spätere Umwandlung in Graphit erfuhren.

Ein weiterer Erklärungsversuch ließe sich für die Herkunft des Graphitvorkommens dadurch geben, daß infolge kontakt- oder regionalmetamorpher Prozesse Reaktionen innerhalb des Karbonatmoleküls vor sich gingen, über deren Ursachen und

[1]) Weinschenk, Chem.-geolog. Studien z. Kenntnis der Graphitlagerstätten, München 1897.

[2]) Gümbel, Fichtelgeb., pag. 172.

Wirkungen allerdings bis heute keine entsprechenden Laboratoriumsversuche vorliegen; indessen spricht das gleichzeitige, lager- und nesterweise Auftreten des Graphits im Phyllite, auf dessen Verbreitungsgebiet wir den körnigen Kalk ja beschränkt finden, gegen eine solche Annahme.

Unter allen diesen Versuchen zur Lösung jenes interessanten Problems besitzt die neuerdings von Weinschenk vertretene Graphittheorie einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, und dürften auch für unser Gebiet ganz ähnliche geologische Verhältnisse an die Entstehung des Graphits geknüpft sein, wie sie das Bild der Graphitdistrikte im bayrisch-böhmischen Grenzgebirge zeigt.

W. führt die Bildung jener Graphite auf gasförmige Exhalationen von nicht allzu hoher Temperatur zurück, welche von dem an der bayrisch-österreichischen Grenze anstehenden Granitmassive ausgegangen sind. Genannter Autor bemerkt hierzu:

„Diese Exhalationen, in welchen vermutlich Kohlenoxyd neben Kohlenoxydverbindungen von Eisen und Mangan, ferner Cyanverbindungen von Titan, Kohlensäure und Wasser die Hauptbestandteile ausmachten, durchdrangen das Nebengestein, indem sie vor allem die natürlichen Wege benützten und an solchen Stellen ihre Thätigkeit ausübten, wo an der Grenze verschieden biegsamer Gesteine infolge der Gebirgsfaltung schwache Stellen entstanden waren."

W. betont ausdrücklich, daß gerade solche Partieen angegriffen werden mußten, wo eine starke Zertrümmerung infolge des Gebirgsdruckes eingetreten war. Wenn wir nun wirklich an eine gasförmige Intrusion nach Art der Fumarolenthätigkeit denken, so wären in erster Linie die Schichtzonen des bereits vom allgemeinen Regionalmetamorphismus ergriffenen und aufgefalteten Kalksteins durch eine nachfolgende Kontaktmetamorphose des benachbarten Granites (Miedelmühle und Pfarrweiher) beeinflußt worden.

Die Exhalationsprodukte Kohlenoxyd, Kohlensäure und Wasserdampf fanden gerade in den mikroskopisch winzigen Schichtungszwischenräumen jener Kalke einen Weg zum Eintritt in das Gesteinsinnere; nahmen diese Ablagerungen an Ausbreitung zu, so resultierte jener schwarze bis bläulichgraue Kalkstein, dessen Aussehen kaum mehr auf seine primäre Natur schließen läßt.

Die schon 1869 von Gruner[1]) beobachtete Thatsache, daß Kohlenoxyd, bei ca. 300° über Eisenerze geleitet, zur Bildung von Graphit Anlaß gibt, läßt eine derartige Ablagerung von mikroskopischen Graphitblättchen auf Zersetzung des Kohlenoxydes, wie auch der Metallkarbonyle, jener eigentümlichen flüchtigen Verbindungen des Kohlenoxydes mit den Metallen, sehr wohl zurückführen. Die Beobachtung von Rutil in den dolomitischen Kalken von Arzberg, Holenbrunn, wie auch am Strehlerberg ließe sich ebenfalls mit der von Weinschenk ausdrücklich betonten Paragenesis Graphit-Rutil in Verbindung bringen; demnach hätten hier Prozesse stattgefunden, ähnlich denjenigen in Hohhöfen, wo sich neben Graphitausscheidungen häufig Bildungen von Cyantitanstickstoff wahrnehmen lassen.

Vielleicht dürften die Vorkommnisse von Apatit und Fluorit in den körnigen Kalken hinsichtlich ihrer Genesis mit dem gleichen, benachbarten Eruptionsherd in Verbindung stehen, indem gleichzeitig neben den Exhalationen von Kohlenoxyd auch Chlor- oder Fluordämpfe aufstiegen.

Der Annahme einer derartigen Wirkung von seiten des granitischen Magmas auf Kalke schließt sich selbstverständlich eine solche für die Phyllite des Strehlerberges auf's engste an. Die Graphitausscheidungen erscheinen meist als glimmerähnliche Schüppchen, besonders auf den Schichtflächen; an anderen Orten nehmen sie nicht selten die Gestalt größerer Körnchen an, welche sich namentlich an den Quarzlinsen gruppieren und dadurch dem Phyllite ein geflecktes Aussehen verleihen (Arzberg, Holenbrunn, Schirnding).

Die Aufschlüsse, welche am Augenbrunnenberge (unweit des Strehlerberges) anläßlich der Erbauung einer Wasserleitung aufgedeckt wurden, zeigten, daß der dortige, völlig zu thoniger Masse verwitterte Phyllit seine silbergraue Farbe neben Resten von halbzersetztem Glimmer hauptsächlich den graphitischen Beimengungen verdankt.

Erkennt man die Wahrscheinlichkeit einer plutonischen Entstehung des Graphits wirklich an, so erscheint es dem Verfasser dennoch auffallend, daß sich bis jetzt eine Beimengung von Graphit in diskordanter Lagerung mit den körnigen Kalken in der Markt-Redwitzer Gegend nicht beobachten ließ.

---

[1]) Compt. rend. 73. 28.

Da doch mit großer Sicherheit anzunehmen ist, daß der Gebirgsdruck in jenen Kalken, wie auch in den angrenzenden Gliedern der Phyllitformation teils Zerreißungen, teils Querbrüche der Falten bewirkt hat, so hätte sich doch wohl auch in diesen eine Ablagerung des Graphites durch Zersetzung des Kohlenoxydes vollziehen müssen. Zur endgiltigen Lösung jenes interessanten Problems dürfte jedenfalls eine genaue Beobachtung der jeweiligen Lagerungsverhältnisse des Graphites wesentlich beitragen!

Das Auftreten zahlreicher Mineralien hat schon in früheren Zeiten dem Strehlerberge die Bedeutung einer hervorragenden Mineralfundstätte verliehen. Anläßlich der Erbauung der Fichtelgebirgsbahn Redwitz—Hof (eröffnet 15. Mai 1878) wurden auch in jenem Gebiete einige recht interessante Aufschlüsse bloßgelegt, bei welcher Gelegenheit prächtige Bergkrystallfunde das Interesse des Forschers, wie des Laien erregten. Doch schon vorher hatten die in den Feldern auch heute noch zu beobachtenden Bergkrystalle wegen der strahlenden Reflexe des auffallenden Sonnenlichtes dem Berge einen darauf bezüglichen Namen erteilt.[1])

Die guten Funde von wasserhellen Bergkrystallen, welche oft als äußerst feine Imprägnierung, wie auch in größerer Ausbildung im dolomitischen Kalke des Strehlberges erscheinen, liegen freilich auf Jahrzehnte zurück; dagegen wurden im dolomitischen Kalkzuge am Bahnhofe Redwitz 1898 von mir prächtig ausgebildete Bergkrystalle beobachtet und damit abermals die

---

[1]) Noch heute ist der Ausdruck „Strebler“ oder „Strähler“ in jener Gegend im Volksmunde als Bezeichnung der glänzenden Krystalle allgemein verbreitet.

Es ist wohl ein Irrtum Gümbel's (Fichtelgeb. p. 351), wenn er in einer Fußnote den von Flurl (Gebirge Bayerns, 1792 p. 420) angeführten, „$^1/_2$ Stunde von Wolnreit entfernten“ Streblerberg mit jenem bei Markt-Redwitz identifiziert. Da Flurl von „Wolnreit“ — jetzt „Walmreuth“ — spricht und letztere Lokalität etwa 2 Stunden vom Redwitzer Strehlerberg entfernt ist, so hat Fl. wahrscheinlich einen Fundort im Bereiche des augengneißartigen Phyllitgneißes im Sinne gehabt, welcher bei Walmreuth vorübergehend einmal Bergkrystalle geliefert und auch dort, allerdings nur zeitweise, zu dem jetzt daselbst verschwundenen Namen Strehlerberg Veranlassung gegeben hat.

Thatsache bestätigt, daß dieses Mineral in unserem Gebiete nur in den dolomitischen Kalken vorkommt.[1])

Von weiterem Interesse sind die Verdrängungspseudomorphosen von Quarz nach Kalkspat, da dieselben berechtigte Schlüsse auf die Bildung jener Quarzausscheidungen im Großen zulassen. Die Sammlung des Herrn O. Gebhardt (Redwitz)[2]) zeigt eine Reihe solcher besonders charakteristischer Stufen, welche häufig die rhomboedrischen Eindrücke in der Quarzmasse erkennen lassen.

An dieser Stelle sei auch der Beobachtungen gedacht, welche Sandberger[3]) über eine am Strehlerberge gefundene, etwa faustgroße Stufe veröffentlichte. Es lag hier eine Quarzdruse vor, welche nach außen überall mit Eindrücken des Dolomitrhomboeders bedeckt war. Offenbar hatte sich diese Quarzausscheidung in einer der von zahlreichen Bitterspatkryställchen erfüllten Kavernen gebildet; eine spätere Einwirkung kohlensaurer Wässer löste den Bitterspat auf und ließ Spateisenstein an dessen Stelle treten, welcher, im Laufe der Zeit in Brauneisenerz umgewandelt, jetzt als erdiger Ueberzug in den Eindrücken haftet. Die vereinzelten Gruppen von in Würfeln mit Pentagondodekaedern ausgebildeten Pseudomorphosen dichten Brauneisensteins nach Pyrit, welche hie und da zu beobachten sind, dürften sich wohl erst nach der Entfernung der Bitterspatrhomboeder in den Eindrücken derselben festgesetzt haben. In der Druse selbst zeigten sich bis 4 cm lange, im Innern trübe und graugefärbte Quarze ($\infty R \cdot + R \cdot - R$) in verschiedenen Stellungen aufgewachsen und sämtlich mit einem opaken, gelblichweißen Ueberzuge bedeckt. Die auf ihnen sitzenden, z. T. ringsum ausgebildeten,

---

[1]) Von wesentlich anderem Habitus sind die Quarzkrystalle, welche sich zuweilen in guter krystallographischer Ausbildung in den Drusenräumen des mächtigen Quarzganges finden, der südöstlich von Markt-Redwitz in der Richtung gegen Manzenberg in den Phyllitgneißen aufsetzt und seinerzeit durch den Bahneinschnitt bei Dörflas ausgezeichnet aufgeschlossen wurde.

[2]) An dieser Stelle sei es mir gestattet, genanntem Herrn meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die liebenswürdige Beihilfe, welche er meinen Studien in ausgiebigster Weise spendete!

[3]) N. J. f. Min. 1885. Bd. 1. 185.

höchstens 2 cm breiten Rhomboeder ließen Flächenwinkel von 135° erkennen, konnten also wohl nur der Kalkspatform — $\frac{1}{2}$ R angehören. Beim Zerbrechen eines solchen Rhomboeders erwies sich das Innere desselben hohl oder höchstens ein wenig mit Eisenocker erfüllt, dann folgte nach außen, genau parallel mit den Umrissen des Krystalls, eine etwas dickere, durchscheinende Lage von Quarz u. s. w., schichtenweise ein Wechsel von mattem oder durchsichtigem Quarz.

Nach Behandlung mit kalter Salzsäure ergab sich, daß diese scheinbar matten Lagen nicht angegriffen wurden. Während die chemische Untersuchung einen Gehalt von SiO_2, Al_2O_3 und Na_2O nachwies, lehrte die optische Prüfung, daß diese matten Zwischenlagen thatsächlich aus Albit-Viellingen zusammengesetzt waren. Somit lagen Peudomorphosen von Quarz und dem ja auch sonst so häufig als sekundäre Substanz auftretenden Albit nach Kalkspat vor.

Schon damals äußerte sich Sandberger über die Ursachen jenes Verdrängungsvorganges dahin, daß offenbar dem benachbarten Phyllite die Bestandteile des Albits durch Auslaugung entzogen und den Drusen zugeführt wurden.

Bei unserer späteren Betrachtung über die Entstehung der dortigen Eisenerzlagerstätte sowohl, wie über die Bildung der dolomitischen Kalke wird sich die Richtigkeit der Sandbergerschen Vermutung bestätigt finden.

Von weiteren, am Strehlerberg gefundenen Mineralien mögen genannt sein:

Pseudomorphosen von Göthit nach Pyrit $\frac{\infty O 2}{2}$.

Serpentin, welcher in etwa 1 dm mächtiger dunkelgrüner Schicht konkordant den dolomitischen Kalken eingelagert ist und ganz dem Pseudophit unweit der Miedelmühle ähnelt [1]).

Rutil in Zwillingen, von Sandberger [2]) beobachtet, wie bei Holenbrunn und Arzberg.

---

[1]) Entsprechend den Beobachtungen an anderen Orten möchte ich die Genesis jener Serpentine auf primäre Amphiboliteinlagerungen zurückführen.

[2]) Sandberger, Ueber Lithionitgranite (Münchener Sitz.-Ber. math.-phys. Klasse 1888. 430 ff.).



Nach Behandlung mit schwacher Säure hinterlassen diese dolomitischen Kalke meist einen nicht unbedeutenden Rückstand, welcher sich aus farblosem Glimmer, Quarz, Apatit, Zirkon und Grammatit zusammensetzt.

Der überaus hohe Magnesiagehalt, welcher jenem Kalkzuge am Strehlerberge eigentümlich ist, gibt sich bereits äußerlich durch häufig zu beobachtende Bitterspatrhomboeder zu erkennen, welche teils an Stelle der ehemaligen Calcitkryställchen getreten sind, teils als Krustenbildung von warzenförmigem, sphärosideritähnlichem Aussehen über größere Quarz- oder Kalkspatkrystalle erscheinen. Gewöhnlich finden sich solche drusenförmige Bitterspatausscheidungen in den Kluftflächen der Schichten, so daß oft zwei Zonen einer Krystallbildung als Auskleidung jenes Vakuums zu beobachten sind: eine innere, aus Quarzkryställchen, eine äußere, aus flachen, häufig wellenförmig aufgebogenen Bitterspatrhomboederchen bestehende Zone; rechnen wir hierzu noch den Umstand, daß sich häufig Quarze mit rhomboedrischen Eindrücken finden, so sind dies Umstände, welche für eine wechselnde Zufuhr von Magnesia und Kieselsäure durch die Gewässer innerhalb längerer Zeiträume sprechen.

Nicht selten beobachtete ich eine den äußeren Begrenzungsflächen parallele Ueberlagerung winziger Bitterspatkryställchen teils über das steile Calcitrhomboeder, teils über sehr große Skalenoëder des gleichen Minerals. Die Farbe jener dolomitischen Kalke ist im allgemeinen grau bis weiß, doch führte der nicht unbeträchtliche Gehalt an Eisenkarbonat häufig zu einer oberflächlichen Brauneisenbildung, wodurch die Ueberzüge äußerlich gelb bis braun gefärbt sind.

Von ganz besonderem Interesse sind ferner auch die Pseudomorphosen von Bitterspat nach Kalkspat, welche dortselbst beobachtet wurden. Zuweilen finden sich hohle Krystalle; stets lassen die Krystallformen auf die primäre Calcitnatur schließen. Die fertige Bitterspat-Pseudomorphose erweist sich schließlich auf dem Bruche als Aggregat zahlloser kleiner Rhomboederchen jenes Minerals; zweifellos erfolgte die Umwandlung des primären Calcitkrystalles von außen nach innen, indem sich zuerst jene rauhe, gelblichweiße Rinde auf dessen Oberfläche zeigt, ein Stadium, welches besonders häufig in den

Drusenbildungen zu beobachten ist. Stellenweise finden sich im Innern jener Pseudomorphosen noch Reste von Calcit; das Aeußere der Krystalle jedoch ist stets rauh und drusig, ganz den Eindruck erweckend, als ob jene der Wirkung einer Säure ausgesetzt worden wären. Offenbar waren es magnesiabikarbonathaltige Gewässer, welche zunächst auf die Oberfläche jener Calcitkrystalle eingewirkt und diesen einen Teil des Calciumkarbonates zur Bildung des Doppelsalzes entzogen hatten, wodurch ein Hohlraum entstand, welcher der Wirkung weiterer Magnesiazufuhr neue Angriffspunkte darbot.

Daß solche Prozesse, welche im Kleinen vor sich gingen, von großer Bedeutung für die Frage der Dolomitisierung jenes Kalkzuges am Strehlerberg sind, liegt außer Zweifel; sie regen deshalb auf's neue den Versuch zur Lösung der Frage an, ob jener dolomitische Kalk schon ursprünglich, also gleichzeitig wie der körnige Kalk gebildet, oder ob der letztere durch nachträgliche Magnesiazufuhr dolomitisch wurde. Zunächst möge die von Nauck[1]) vertretene Ansicht angeführt werden, welche sich für eine Umwandlung des magnesiaarmen, körnigen Kalkes durch magnesiahaltige Gewässer in dolomitische Kalke ausspricht. Besonders die dolomitischen Kalke bei Sinnatengrün, welche gleich einem Dolomitmantel die senkrecht stehende Kalkschicht umgeben, veranlaßten genannten Autor zu solcher Auffassung bezüglich ihrer Genesis. Somit hätte magnesiabikarbonathaltiges Wasser die ursprünglich magnesiaarmen Schichten des körnigen Kalkes durchdrungen, jenen aufgelöst und, mit einem Teil des Calciumkarbonats sich verbindend, Dolomit an dessen Stelle deponiert.

Gümbel[2]) bemerkt, daß schon die ganze Art des Vorkommens jener dolomitischen Kalke — schichtenweiser Wechsel dolomitischer Lagen mit gewöhnlichen körnigen Kalken — nicht nur gegen Nauck's Ansicht, sondern für die ursprüngliche Entstehung der dolomitischen Varietät spräche, da eine mehr oder weniger vertikal wirkende Wasserdurchtränkung doch auch die körnigen Kalke dolomitisiert hätte. Im übrigen spräche der Gehalt des gewöhnlichen Kalkes an $MgCO_3$ zu Gunsten der ursprünglichen

1) Poggendorff's Ann., Bd. 15 pag. 159 ff.

2) Gümbel, Fichtelg. pag. 171.

Entstehung des körnigen Dolomites in analoger Weise wie des körnigen Kalkes selbst.

Einer Beantwortung dieses höchst interessanten Problems näher zu treten, dürfte schon deshalb versucht werden, da uns damit die Frage über die Herkunft der Magnesia, welche jene merkwürdigen pseudomorphen Prozesse im nahen Granit unweit der Miedelmühle bewirkte, eröffnet wird.

Unter Hinweis auf die oben beschriebenen Bitterspatpseudomorphosen, welche mit größter Sicherheit ihre primäre Calcitnatur erkennen lassen, möchte auch der Verfasser die Vermutung aussprechen, daß jene dolomitischen Kalke am Strehlerberg sekundäre Bildungen aus dem primären körnigen Kalke durch Zuführung von Magnesiabikarbonatlösungen sind. Beweisend für jene Pseudomorphosen im Großen sind die Verhältnisse, welche bereits Nauck (siehe oben) von den dolomitischen Kalken bei Sinnatengrün beschrieb; dort fanden sich die senkrecht stehenden Kalkschichten wie von einem Dolomitmantel umgeben. Ebenso sicher sprechen für die sekundäre Dolomitisierung die Beobachtungen, welche ich anläßlich der baulichen Veränderungen im Bahnhofe Redwitz (1898) machte. Auch hier zeigten sich an Kluftstellen jene dolomitischen Kalke, während in Entfernung weniger Schritte völlig intakter, weißer Urkalk (mit 1% $MgCO_3$) zu Tage trat.[1])

Die Verhältnisse, welche am südlichen Kalkzug zu beobachten sind, entsprechen vollständig denjenigen des nördlichen Kalkzuges; und hier geben uns ganz besonders jene vielfachen Specksteinpseudomorphosen einen Fingerzeig zur Deutung der sekundären Natur jener dolomitischen Kalke.

Bereits Nauck beschrieb derartige Formen, welche als Pseudomorphosen von Speckstein nach Kalk spat in Form der Skalenoeder zu deuten sind.

---

[1]) Die Bedingungen, unter welchen eine Dolomitisierung des körnigen Kalkes erfolgte, scheinen von Verhältnissen der verschiedensten Art abhängig gewesen zu sein, insbesondere dürften die Lösungsgenossen, welche die magnesiahaltigen Gewässer gleichzeitig mitführten, eine hervorragende Rolle gespielt haben. Ich verweise auf ein bisher jedenfalls nicht bekanntes Vorkommen von sogenanntem „Bergleder“ und „Bergkork“ in den nahen Kalkbrüchen bei Leutendorf, wo sich längs der Schicht- und Kluftflächen eine papier- oder lederartige, gelblichweiße, biegsame Ausfüllung mit genanntem Magnesiahydrosilikat beobachten läßt.



Schon die oberflächlich rauhe, drusige Form läßt, wie auch weiter oben gezeigt wurde, erkennen, daß hier eine äußerliche Einwirkung auf das Calcitskalenoeder stattgefunden hat. Nauck bemerkt weiter, daß das Innere jener Krystalle aus kleinen, zusammengehäuften Rhomboedern besteht, welche als diejenigen des Bitterspats zu deuten sind, im Gegensatz zu den sonst allgemein innen strukturlos befundenen Pseudomorphosen des Specksteins nach Quarz und Bitterspat. Ich möchte bei dieser Gelegenheit nochmals auf die am Strehlerberg beobachten Pseudomorphosen von Bitterspat nach Calcit verweisen, deren Inneres aus einem Aggregat zahlloser, kleiner Bitterspatrhomboederchen besteht, woraus mir hervorzugehen scheint, daß in der von Nauck beschriebenen Stufe eine Doppelpseudomorphose vorlag. Zunächst wurden die Calcitskalenoeder in Dolomit, diese jedoch durch Kieselsäurezufuhr in Speckstein umgewandelt, Erscheinungen, welche auch Nauck bedeutsam genug erachtete, um daran wichtige geologische Folgerungen zu knüpfen. Genannter Autor ist der Ansicht, daß diese Calcitskalenoeder wohl nur ursprünglich auf Klüften des Urkalkes entstanden und erst später durch Magnesiazufuhr in Bitterspat umgewandelt wurden, „mit ebenso großer Sicherheit dürfte nun auch anzunehmen sein, daß jene in Speckstein umgewandelten Dolomite vorher Urkalk gewesen sein mögen.“ Es wäre wohl auch nicht denkbar, daß jener geringe Magnesiagehalt des Urkalkes genügt hätte, um mit hinzugetretener gelöster Kieselsäure jene großartigen Specksteinbildungsprozesse einzuleiten; finden wir jedoch wirklich Speckstein im körnigen Kalke, so entstand dieser stets auf solchen Kluftflächen, welche randlich vorher einer Dolomitisierung unterlegen waren.

Die besonders für den Strehlerberg so charakteristischen Quarzbildungen zeigen, wie erwähnt, häufig scharf markierte rhomboedrische Eindrücke; dagegen finden wir wieder Quarzkrystalle von Bitterspatrhomboedern überzogen — Erscheinungen, welche zum Schlusse berechtigen, daß sowohl die Magnesia-, wie auch die Kieselsäurezufuhr innerhalb größerer Zeiträume einem häufigen Wechsel unterlegen ist.

Nicht unbererechtigt wäre die Frage, warum nach solchen Analogien der lokalen Verhältnisse des Strehlerberges mit denjenigen bei Göpfersgrün und Thiersheim keine Speckstein-

bildung in unserem Arbeitsgebiete zu beobachten ist. Der Mangel an Aufschlüssen läßt die Annahme trotzdem nicht unberechtigt erscheinen, daß auch im Innern des Strehlerberges oder dessen engerer Umgebung jene interessanten Prozesse gespielt haben mögen. In dieser Vermutung wurde ich bestärkt durch eine gütige Mitteilung, welche mir Herr Privatier O. Gebhardt (Redwitz) machte.

Dieser zufolge seien in früherer Zeit auch am Strehlerberg von wissenschaftlich unterrichteter Seite Funde eines specksteinähnlichen Minerals in einer Schürfgrube, rechts von der Thölauer Straße, gemacht worden.

Diese im Verein mit den von Nauck angeführten Thatsachen dürften als nicht unberechtigte Einwände gegen die Gümbel'sche Annahme einer primären Entstehung der dolomitischen Kalke gelten.

Wenn nun die Lösung des Problems über die Genesis der körnigen Dolomite durch die vorausgegangenen Betrachtungen vielleicht einen Schritt näher gerückt erscheint, so dürfen wir die Frage nicht umgehen, wo wir die Quelle jener Magnesia- und Kieselsäurezufuhr zu suchen haben.

Schon die hydrographischen Verhältnisse in der Umgebung des Strehlerberges lassen vermuten, daß dort die naheliegenden Phyllite des Thölauer Berges, in welche das Kalklager eingebettet ist, den weitaus größten Anteil bei der Lieferung der Magnesia nahmen. Es ist anzunehmen, daß sich jene Gesteine in einem ziemlich fortgeschrittenen Stadium der Zersetzung, als Folge der Einwirkung der von oben herab sickernden CO_2-haltigen Gewässer, befinden. Diese Vermutung fand in neuester Zeit ihre vollste Bestätigung durch die 1899 eröffneten Aufschlüsse am Augenbrunnenhügel, einem Vorberge des eigentlichen Thölauer Berges. Der Phyllit, welcher diesen wie auch die übrigen umliegenden Höhen fast ausschließlich aufbaut, zeigte sich hier bis zu großer Tiefe vollständig in eine fettig anzufühlende, thonige, oft durch Graphitbeimengung silbergraue Masse umgewandelt, in welcher lediglich die Phyllitstruktur erhalten blieb.

Offenbar wurden jene in Lösung gebrachten Alkalisilikate und Karbonate, wie auch die Bikarbonate des Eisens, Mangans und Magnesiums durch die Quellwasser fortgeführt, wäh-

rend die Thonerde im großen und ganzen konstant blieb. Die zahlreichen Weiher — Günthers Weiher, Scherr- und Pfarrweiher u. s. w. — sind die Ueberreste der Gewässer, welche, von oben herab ihren Lauf nehmend, sowohl Erosion wie auch Zersetzung ihrer Grundlage zur Folge hatten; daneben spielten die tertiären Ueberflutungen, durch welche einst die Abhänge des Strehler- und Augenbrunnenberges bespült wurden, eine nicht unbedeutende Rolle. Wurde einerseits die aus den Phylliten als Magnesiabikarbonat entführte Magnesia zur Dolomitisierung des Urkalkes verwendet, so verdanken andererseits die noch zu besprechenden, wohl innerhalb der Tertiärperiode entstandenen Eisenerzablagerungen im Strehlerberg und dessen Umgebung zweifellos ebenfalls den nunmehr verwitterten Phylliten ihre Entstehung. Es fragt sich nur, ob die an und für sich geringen Kohlensäuremengen jener Gewässer genügen konnten, um derartige tiefgreifende Zersetzungsprozesse in der Nähe des Strehlerberges einzuleiten, wo Bohrversuche auf 15 bis 20 m Tiefe immer noch einen solchen Zerfall des Gesteines erwiesen. Vielleicht lassen sich diese Prozesse mit den nicht weit entfernten Eisensäuerlingen von Sichersreuth (Alexandersbad) in Verbindung bringen, wo ein mächtiger Quarzgang der in der Tiefe vorfindlichen Kohlensäure einen Austrittsweg verschafft[1]). So läßt sich z. B. im nördlichen Kalkzuge die Sauerquelle bei Kothigenbibersbach, welche ihren reichen Gehalt an CO_2 bereits durch häufiges Aufsteigen von Gasblasen zu erkennen gibt, zweifellos mit den dortigen dolomitischen Kalken in engste Beziehung bringen.

Vielleicht dürfte die Quelle der Kohlensäure in den Tertiärüberlagerungen selbst zu suchen sein, wo ihre Bildung teils auf nachträgliche Kohlensäureexhalationen von seiten der Basalte, teils auf den Verwesungsprozeß der in den Sedimenten eingebetteten organischen Stoffe zurückzuführen wäre.

Wie erwähnt, stehen jene dolomitischen Kalke in engster Verbindung mit dem in montanistischer Hinsicht früher so berühmten Vorkommen von Brauneisenerz und Spateisenstein am Strehlerberg. Aehnlich wie in Arzberg, fand sich auch hier Brauneisenstein mit Manganerz gemengt als oberste Zone, welche

[1]) Vgl. Einleitung, geolog. Verhältnisse um Mkt.-Redwitz.

in größeren Teufen des Kalkzuges in Spateisenstein — Weißerz genannt — allmählich übergehen. Doch zeigte sich das Vorkommen jener Eisenerze nicht allein auf den Kalk beschränkt, sondern auch im angrenzenden Phyllite fanden sich langgestreckte Linsen, Streifen und Putzen des Erzes, in beiden Fällen in einer Mächtigkeit, daß schon in den ältesten Zeiten am Strehlerberg ein ausgedehnter Bergbau in Betrieb stand.

Die Gruben — namentlich die um Waldershof gelegenen — hatten ihre Blütezeit schon gegen Ende des 16. Jahrhunderts[1]; die Erzlager von Meusselsdorf und Leutendorf scheinen noch um 1620 betrieben worden zu sein, doch brachten hauptsächlich die Schrecken des 30jährigen Krieges den ganzen Bergbau in jener Gegend zeitweise zum Erliegen. Von 1661 an jedoch kam er unter der Regierung des Markgrafen Christian Ernst wieder in die Höhe und nahm an manchen Punkten derartigen Umfang an, daß Kurfürst Maximilian II. um 1693 die ganze Eisenerzproduktion gesetzlich regelte, besonders, um den von den Bauern betriebenen Raubbau zu verhüten. Eines der ergiebigsten Reviere war die Umgebung des Strehlerberges, woselbst vom Beginne des 18. Jahrhunderts ab mehrere Zechen in längerem Betriebe standen. So die Zechen „Neues Glück" um 1708, „Sieh Dich um und auf" zwischen 1717—1735; der Stolleneingang der letzteren befand sich unweit der Miedelmühle.

1719—1724 wurde in der Grube „Neues Glück" mit großen Kosten ein über 400 m langer „Hauptschlüsselstollen" auf etwa 37 m Tiefe angelegt, doch geriet dieser allmählich in Verfall, da sich die Kosten der Verschalung, welche infolge der außerordentlichen Brüchigkeit des Gesteins nicht zu umgehen war, höher stellten, als der ganze Reinertrag. Dazu machten sich in höchst lästiger Weise die reichlichen Ansammlungen von Grundwasser geltend — Verhältnisse, welche die Gewerkschaften bewogen, die Zechen aufzulassen. Einige Eigenlöhner machten den Versuch, die Ausbeute des Lagers auf's neue zu beginnen, jedoch nur mit geringem Erfolge.

Diese Eisenerzgruben standen mit der gleichfalls sehr ergiebigen „Concordia"-Zeche in der sogenannten „Meusselgasse" bei Redwitz in Verbindung, noch heute ist am Günthersweiher der Eingang zu den früheren Stollenbauten sichtbar. Die gegenwärtige Lage des Eisenbergbaues läßt kaum erwarten, daß eine Förderung der vielleicht noch in ganz beträchtlicher Menge vorhandenen Erze je wieder mit Erfolg aufgenommen werden könnte.

---

[1]) Kretschmann, Berghistoria des Markgrafentums Bayreuth 1741 Origin. Manuskr. 3 Foliobde. Archiv Bamberg.



III.

Pseudophitbildung am Strehlerberge nächst der Miedelmühle.

Wie bereits in der geologischen Beschreibung der Umgebung von Mkt. Redwitz gezeigt wurde, treffen wir besonders im Gebiete der so mächtig entwickelten Phyllitformation eine größere Zahl inselförmig gruppierter Granitdurchbrüche. Aehnlich, wie sich im großen bezüglich des Auftretens der bedeutenden Granitmassen des Centralstockes eine gewisse Beziehung zu den aufgefalteten Gliedern der ältesten Formation nicht verkennen läßt — teils waren es Längssbrüche, teils Querbrüche der Falten, welche dem granitischen Magma einen Eruptionsweg vorzeichneten —, so treffen wir auch bei Betrachtung der tektonischen Verhältnisse des einzelnen Granitstockes und seiner Umgebung häufig die gleiche Gesetzmäßigkeit.

Eine Reihe von Aufschlüssen zeigte, daß der Strehlerberg randlich (gegen NO, O, SO) von mehreren Granitdurchbrüchen umgeben wird, von welchen derjenige unweit der Miedelmühle insoferne der interessanteste ist, als wir hier einer Kontaktzone mit dolomitischem Kalke begegnen, in welcher sich Prozesse teils pyrogener, teils hydrochemischer Natur abgespielt haben.

Die Sprengungsarbeiten, welche sich vor längerer Zeit anläßlich der Erbauung eines Eisenbahndurchlasses bezw. einer Verbindung der Thölauer Straße mit dem östlich gelegenen Lorenzreuth notwendig erwiesen, förderten am Ausgange des Tunnels einen porphyrartig struierten Granit zu Tage, dessen Masse ganz oder teilweise in ein weiches, specksteinartiges, dunkellauchgrünes Mineral — oft mit Erhaltung der Krystallform der Einsprenglinge — übergeführt war.

Nicht allein diese radikale Veränderung der Granitbestandteile, sondern auch die Umwandlungsphänomene, welche sich an dem unmittelbar benachbarten Kontaktgesteine beobachten lassen, sind von größtem geologischen Interesse und hatten bereits früher zu Untersuchungen Veranlassung gegeben.

Ich erinnere an die Berichte Laubmann's, welcher jene Pseudomorphosen 1885 zuerst beobachtete[1]), ferner an die Arbeiten

[1]) Gütiger Mitteilung des Herrn Dr. Laubmann, Chemiker der Höchster Werke, zufolge, dem ich an dieser Stelle nochmals meinen ver-

Böttiger's[1]), welcher gelegentlich seiner Untersuchungen an den Graniten des Fichtelgebirges auch diese Aftergebilde analysierte. Gleichwohl unternahm ich es, diese Kontaktzone im Herbste 1898 und Frühling 1899 einer, vielleicht manches ergänzenden, Untersuchung zu unterziehen.

Hinsichtlich der Ausbildungsweise seiner Gemengteile zeigt diese Granitvarietät im frischen Zustande ganz die Eigenschaften jener grobkörnigen Arten, welche Gümbel als Krystallgranite bezeichnete. Am meisten fallen durch ihre Größe, wie durch ihren Idiomorphismus die über 60 mm, ja 80 mm langen, etwa 35 mm breiten und 12—15 mm dicken, weißen Orthoklaseinsprenglinge in's Auge, welche sich häufig schwarmartig, oft in annähernd paralleler Lagerung innerhalb einer mittelkörnigen Grundmasse zeigen. Die gewöhnlich aus den Flächen des Prisma, Klinopinakoid, Klinodoma und Basis zusammengesetzten tafelförmigen, meist nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingten Krystalle sind vielfach durch eine zonare Einlagerung dunkelbrauner Glimmerblättchen parallel den Begrenzungsflächen charakterisiert, durch welche ein schalenförmiger Aufbau der Krystallindividuen erzeugt wird. Die Bruchflächen solcher Zwillingskrystalle erscheinen immer als langgezogene Sechsecke, auf welchen die Zwillingsnaht sehr deutlich sichtbar ist. Läßt man das Licht unter einem bestimmten Winkel auf einen solchen Durchschnitt auffallen, so zeigt die eine Seite den lebhaften Fettglanz der Fläche P, während die andere Seite nur matten Schimmer besitzt; der Zusammenhang beider Zwillingsindividuen ist ein solch lockerer, daß sich selbst frische Krystalle längs der Verwachsungsfläche unschwer in zwei Teile spalten lassen.

Die makroskopisch sichtbaren Bestandteile der Grundmasse gliedern sich in mittelgrobe Körnchen von graulichem Quarz, weißem Feldspat und dunklem Glimmer; stellenweise zeigen sich größere, dunkelgefärbte Schlieren, hauptsächlich aus dunkelbraunen Glimmerschuppen bestehend.

---

bindlichsten Dank ausspreche. — Vgl. auch v. Rath, Verh. des naturh. Vereins f. preuß. Rheinl. u. Westf. 1887, pag. 232.

[1]) Böttiger, Beitr. z. Kenntnis d. Granite d. Fichtelgeb. In.-Diss. München 1889.

Der Frage über die Ursachen einer porphyrartigen Ausbildung jenes Granites näher zu treten, dürfte schon deshalb am Platze sein, da sich, wie später gezeigt werden wird, die Einsprenglinge hinsichtlich ihrer mineralogischen Eigenschaften anders verhalten als die Feldspate der Grundmasse.

Wie schon bezüglich der Größe der einzelnen Feldspate, welche an der Zusammensetzung des granitischen Gesteines beteiligt sind, eine große Verschiedenheit zu beobachten ist, so läßt sich auch hinsichtlich der Gruppierung der großen Einsprenglinge innerhalb des Bereiches der Grundmasse eine gewisse Gesetzmäßigkeit, welche sich in schwarmartiger, fischzugähnlicher Parallellagerung der Krystalle äußert, nicht verkennen. Namentlich die Aufschlüsse unweit des Pfarrweihers zeigen diese auffallende Erscheinung, indem hier dem Beobachter an der entblößten Gesteinswand fast nur Prismenflächen zugewendet sind. Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, daß hier eine Fluidalerscheinung vorliegt, welche sich dadurch erklären läßt, daß die offenbar einer früheren Bildungsperiode entstammenden großen Feldspatkrystalle bei den späteren Bewegungen des Granitmagmas wie von Strömungen erfaßt einander parallel gerichtet und bei der Erstarrung in dieser Lage fixiert worden sind. Wenn auch bei einem Granite als einem Tiefengesteine von einer Effusionsperiode eigentlich nicht die Rede sein kann, so gleicht diese Erscheinung ganz ungemein den Fluidalphänomenen, welche wir in jüngeren und modernen Ergußgesteinen beobachten können.

Zur mikroskopischen Untersuchung des Granites im frischen und zersetzten Zustand wurde eine größere Zahl von Schliffen gefertigt; bei den Einsprenglingen wurden solche gewöhnlich in der Richtung der Flächen P und M geführt. Gleichzeitig wurde je ein Schliff der umschließenden Grundmasse untersucht, um einen Vergleich zwischen der Umwandlung der letzteren mit derjenigen der Einsprenglinge ziehen zu können.

A. Frischer Einsprengling.

Bei gewöhnlichem Lichte zeigt sich ein äußerst feines Streifensystem in zwei aufeinander senkrechten Richtungen,

längs deren sich eine schwache Kaolinisierung geltend macht (Schnitt n. P.).

Unter Anwendung des polarisierten Lichtes wurde jene gitterartige Durchkreuzung so deutlich sichtbar, daß die Mikroklinnatur jener Feldspate außer Zweifel gestellt war. Die einzelnen Lamellensysteme zeigten stets mikroskopische Dimensionen, nur selten nahmen dieselben größere Breite an. Von Einschlüssen konnte nur brauner Glimmer, etwas Quarz — wohl neugebildet —, ferner Plagioklas, meist kaolinisiert und richtungslos im Mikroklin verteilt, beobachtet werden.

Ohne Zweifel ist diese Mikroklinnatur jener nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingten Feldspate von großem Interesse, um so mehr sich in den Feldspaten der Grundmasse kein Mikroklin nachweisen läßt. Die Verbreitung jenes durch unendlich feine, wiederholte Zwillingsbildung pseudomonosymmetrischen Kalifeldspats dürfte keine allgemeine sein, da sich z. B. die Einsprenglinge des porphyrartigen Granites vom Nußhart am Schneeberg lediglich als Verwachsung von Orthoklasen mit Plagioklasen, also als Perthite erwiesen.

Schliffe, nach der Fläche ∞ Ṙ ∞ geführt, zeigten bei gewöhnlichem Lichte die ausgezeichnete Spaltbarkeit nach P. Bei gekreuzten Nikols konnten als accessorische Beimengung kleine Plagioklasleistchen erkannt werden, doch waren auch diese meist völlig kaolinisiert und randlich von Quarzausscheidungen begleitet. Nicht selten läßt sich auch eine Sekundärbildung von Muskovit an den überaus lebhaften Polarisationsfarben desselben erkennen. Zuweilen macht sich in der Umgebung der zonar eingeschlossenen Biotite eine Limonitausscheidung bemerkbar, während diese selbst randlich aufgeblättert und schwach grün gefärbt erscheinen.

B. Frische Grundmasse.

Die Orthoklase, wie auch die durch ihre charakteristische Zwillingsstreifung leicht erkennbaren Plagioklase zeigten sich, trotz äußerlicher Frische durch eine den Spaltrissen folgende Kaolinisierung stark getrübt. An Einschlüssen derselben ist neugebildeter Quarz und wenig sekundärer Muskovit zu nennen. Die grauen fettglänzenden Quarze, welche die Zwischen-

räume der übrigen Gemengteile ausfüllen, charakterisieren sich durch einen außerordentlichen Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen, welche in langen Schnüren die einzelnen Körner durch ziehen.

Der dunkelbraune Lithioneisenglimmer ist vielfach randlich in grüne, chloritähnliche Substanz übergeführt; dabei zeigt sich eine Abnahme des Pleochroismus, so daß die vorher für „a" hellbraunen Absorptionsfarben in saftgrün, die für „c" dunkelbraunen Töne in blaßgrün umgewandelt sind. Meist begegnet man im Glimmer oder dessen Nähe — der dann stets wellige Aufblätterung zeigt — dunklen Magnetitinterpositionen, häufig von fetzenartigen Limonitausscheidungen begleitet. Vielfach lassen sich in jenen Glimmern Einschlüsse der mit dem Namen „Sagenit" bezeichneten zwillingsartig verwachsenen Rutilnadeln beobachten.

Primärer Muskovit fehlt im Krystallgranite unweit der Miedelmühle; es ist dies bemerkenswert gegenüber der fast allgemeinen Verbreitung dieses Minerales in anderen porphyrartigen Graniten des Fichtelgebirges.

Von den übrigen, nur mikroskopisch sichtbaren Beimengungen seien die kurzprismatischen Zirkone genannt, welche teils durch ihre Gestalt, teils durch ihr reliefartiges Erscheinen in der Bildfläche, wie auch durch ihre lebhaften Polarisationsfarben leicht erkennbar sind.

Zuletzt wäre das Vorkommen winziger Apatitsäulchen zu erwähnen, welche sich bald in den Feldspaten, bald in den übrigen Gemengteilen durch ihre bekannte staubähnliche Trübung verraten.

Was die Resultate der chemischen Untersuchung anbetrifft, so seien im Folgenden Einsprenglinge und Grundmasse getrennt behandelt.

I. Einsprenglinge des Krystallgranites unweit der Miedelmühle; makroskopisch möglichst von Glimmerinterpositionen befreit. Anal. Stadlinger.

II. Einsprenglinge des Krystallgranites v. Schneeberg. Anal. Böttiger.[1])

---

[1]) l. c. pag. 6.

	I.	II.
SiO_2	62,958	65,32
Al_2O_3	19,360	19,17
Fe_2O_3	0,399	0,36
FeO	1,181	—
CaO	0,902	1,27
MgO	0,857	—
K_2O	11,939	10,54
Na_2O	2,508	3,27
H_2O bei 100°	0,090	0,95
Glühverlust	0,236	
Summa	100,430	100,88
Spez. Gew.	2,559	2,655

Im allgemeinen läßt ein Vergleich beider Analysen eine ähnliche Zusammensetzung erkennen. Die Einsprenglinge des porphyrartigen Granites vom Strehlerberg (Miedelmühle) dürften demnach im frischen Zustand durchschnittlich aus 80% Kalifeldspat (Mikroklin) bestehen, während der größte Teil des Restes Kalknatronfeldspat und anderen accessorischen Einlagerungen angehört.

24stündiges Kochen mit 12% Salzsäure löste 4,7%; darunter fast sämtliches Eisen, den größten Teil der Magnesia und etwa ⅓ des vorhandenen Kalkes; auch Kali und Natron wurden in geringer Menge aufgenommen. Der relativ hohe Gehalt an Magnesia, sowie die nicht unbeträchtliche Wirkung der Säure lassen darauf schließen, daß das untersuchte Material sich trotz äußerlicher Frische dennoch bereits im Anfangsstadium der beginnenden Zersetzung befand.

Die chemische Zusammensetzung der Grundmasse möge durch nachstehende Analyse erläutert werden, welcher zum Vergleiche sub II die Zahlenwerte einer Analyse der Grundmasse des porphyrartigen Granites vom Schneeberg beigefügt sind.

I. Grundmasse des porphyrartigen Granites vom Strehlerberg (Anal. Stadlinger).

II. „ des porphyrartigen Granites vom Schneeberg (Anal. Böttiger[1]).

[1]) l. c. pag. 7.

	I.	II.
SiO_2	69,124	75,25
P_2O_5	0,231	0,18
Al_2O_3	16,937	13,18
Fe_2O_3	1,832	0,28
FeO	1,524	1,23
CaO	1,721	0,65
MgO	1,296	0,02
K_2O	3,313	4,55
Na_2O	3,790	2,91
H_2O	1,761	0,64
Summa	101,529	98,99
Qualitativ	TiO_2 · Fl · Ba · Li	Li · Cu · Ba

Verfolgen wir nun die Stadien des Umwandlungsprozesses auf makroskopischem Wege, so fällt uns zunächst der Glanzverlust der Feldspate in's Auge. Der Eintritt der beginnenden Desaggregation gibt sich durch den verminderten Zusammenhalt des Gesteinsgefüges zu erkennen, besonders an den Grenzflächen zwischen Einsprenglingen und Grundmasse. Dabei nimmt der Glimmer der Grundmasse eine grünliche, in's Silbergrau spielende Färbung an, während die umgebenden Feldspate einen rostbraunen Limonitüberzug erhalten, wodurch der graue Quarz um so deutlicher hervortritt.

In einem mehr vorgeschrittenen Umwandlungsstadium zeigt sich an den Randzonen der großen Feldspate eine schwach licht- bis graugrüne Färbung, welche deutlich den Spaltrissen des Prismas und der Basis folgt, während die umgebenden Feldspate der Grundmasse mit Ausnahme der erwähnten Limonitüberzüge eine auffallende Veränderung ihrer Beschaffenheit nicht erkennen lassen. Offenbar nimmt also die Zersetzung von den Klinopinakoidflächen der Einsprenglinge aus ihren Anfang; merkwürdigerweise ergreift sie nicht selten bei den Zwillingskrystallen das eine Individuum in stärkerem Grade wie das andere.

Die Glimmer zeigen bei auffallendem Lichte hohen Silberglanz, wodurch wohl bei oberflächlicher Betrachtung der Anschein erweckt wird, als ob primärer Muskovit vorliege.

Ist auf diese Weise dem Eintritt der Agentien einmal der

Weg eröffnet, so läßt sich auch ein rascheres Fortschreiten der Umwandlung beobachten. Die Einsprenglinge zeigen meist vollständige Kaolinisierung, während ihre randliche Begrenzung bereits graugrüne Farbentöne angenommen hat; auch die Feldspate der Grundmasse erweisen sich jetzt als kaolinisiert, was sich hier wie dort schon äußerlich durch eine bedeutende Abnahme der Härte zu erkennen gibt.

Zahlreiche Beobachtungen an Handstücken von verschiedensten Punkten jener Kontaktzone lehrten, daß fast stets die Umwandlung der Einsprenglinge rascher erfolgte, als diejenige der Feldspate innerhalb der Grundmasse; es liegen Stücke vor, in denen sich erstere völlig graugrün gefärbt innerhalb der relativ wenig veränderten Grundmasse finden. Lediglich die Zersetzung der Glimmer scheint gleichen Schritt zu halten mit der Veränderung der Einsprenglinge.

Ein weiteres Stadium des Umwandlungsprozesses zeigt uns dunkelgraugrüne Einsprenglinge innerhalb einer Grundmasse, welche besonders auffällt durch ihre fettglänzenden, schwarzgrünen Glimmer, wie auch durch ihre graugrünen Feldspate, während die Quarze noch unversehrt sind.

Nunmehr schreitet das granitische Gestein immer mehr seiner völligen Umwandlung entgegen, indem auch das letzte Gerüste des ganzen Gefüges, die Quarzkörnchen, den zersetzenden Agentien nicht mehr Widerstand zu leisten vermögen. Die Einsprenglinge nehmen einen dunkelolivgrünen Farbenton an, welcher in lebhaftem Kontraste steht zu den hellergefärbten, aber dennoch fast völlig zersetzten Feldspaten der Grundmasse. Die Glimmer, in der Farbe ganz den veränderten Einsprenglingen gleichend, lassen sich nur durch ihren hohen Glanz noch erkennen; die Quarzkörnchen indessen, bei welchen sich eine allmähliche Trübung bemerkbar macht, zeigen jetzt schwache Ueberzüge jener graugrünen Substanz, so daß sich an manchen Stellen oft schwer ihre ehemalige Natur wieder erkennen läßt.

Die Veränderung ist in einem noch weiter vorgeschrittenen Stadium eine solch' durchgreifende, daß lediglich die Prüfung der Härte, sowie geringe Farbenunterschiede auf noch unvollständige Zersetzung deuten; auch die ehemalige porphyrartige Struktur ist kaum wieder zu erkennen. Schön erhaltene Pseudomorphosen des neugebildeten Minerals sind deshalb nur in

solchen Stadien zu finden, wo die noch unveränderten Quarzteilchen der Grundmasse jenen Einsprenglingen eine gewisse Stütze verleihen.

Mit diesen letzten Quarzresten sehen wir den ehemaligen Charakter des Gesteins völlig verschwinden und ein gleichmäßig körniges, graugrünes, stellenweise dunkeloliv- bis schwarzgrünes, specksteinartiges, weiches Umwandlungsprodukt, in welchem lediglich dunkelgrüne, pseudomorphisierte Glimmerschüppchen zu unterscheiden sind, tritt an die Stelle jenes harten, scheinbar allen Atmosphärilien trotzenden Granites.

Wenn in diesem Stadium des Umwandlungsprozesses die Agentien ihre chemische Thätigkeit erfüllt haben, so tritt von jetzt ab der mechanische Einfluß der Gewässer in Wirkung: ein völliger Zerfall in lockeres, grusartiges, grünes Material erscheint als letzte Phase jener eigenartigen Vorgänge.

Die mikroskopische Untersuchung einer Reihe von Dünnschliffen bestätigte völlig den makroskopisch sichtbaren Verlauf des Umwandlungsprozesses.

C. Umwandlung der Einsprenglinge.

Das erste Stadium der beginnenden Einwirkung der zersetzenden Agentien zeigt sich, wie bereits erwähnt, durch das Mattwerden der Krystalle an. U. d. M. erkennt man eine völlige Kaolinisierung der eingeschlossenen Plagioklasleistchen, während der Mikroklin selbst erst die Anfänge einer weißen Trübung zeigt. Ueberall ist in Begleitung der Kaolinbildung neuentstandener Quarz und sekundärer Muskovit zu beobachten.

Bei fortschreitender Kaolinisierung macht sich auf Schnitten nach P ein Verschwinden der charakteristischen Gitterstruktur bemerklich; dabei ist an den Spaltungsrissen nicht selten ein Aggregat von feinen Pünktchen wahrzunehmen, welche bei gewöhnlichem Lichte eine schwach grünliche Färbung zeigen.

Die eingelagerten Lithioneisenglimmer nehmen die bereits erwähnte randliche Grünfärbung an und blättern sich dabei energisch auf; die anfangs seltener zu beobachtenden Rutilnadeln häufen sich mit fortschreitender Zersetzung. Nicht selten treten auch zierliche Zirkone hervor.

Ein verändertes Bild bietet sich, wenn wir jene grünlichen

Partieen einer Prüfung unterziehen, welche bei weiterer Umwandlung als randliche Zone von wechselnder Breite an den Einsprenglingen auftreten. Stets zeigt sich in unmittelbarer Nähe der Kaolinbildungen ein schwach lichtgrünes Aggregat winziger, radialstrahliger, verworren filziger Körperchen, häufig in sekundäre Quarzausscheidung eingebettet. Die Glimmer erscheinen oft nur mehr als gebogene Fetzen von grüner Farbe innerhalb des Bildes verteilt; Rutilnädelchen treten in großer Menge in ihnen auf. Stellenweise finden sich noch staubartige Interpositionen von Magneteisen. Die Umgebung mit ähnlich struiertem Kaolin erschwerte es, die eigentümliche Beschaffenheit jener grünen, schuppig-filzigen Aggregate näher kennen zu lernen; ich versuchte deshalb durch kurze Einwirkung chemischer Agentien einen Weg zur Unterscheidung beider Körper zu finden.

Ausgehend von der Beobachtung, daß jenes grüne Umwandlungsprodukt beim Erwärmen mit verdünnter Salzsäure eine auffallende Veränderung — es gelatiniert — erfährt, während Kaolin und Feldspat unangegriffen bleiben, setzte ich die eine Hälfte des Dünnschliffes etwa 20 Minuten der Einwirkung von mäßig verdünnter Salzsäure bei Wasserbadtemperatur aus. Nach gründlichem Auswässern wurde die geätzte Schliffläche kurze Zeit mit verdünnter Fuchsinlösung behandelt und dann wieder gedeckt.

Der Erfolg entsprach thatsächlich den gehegten Erwartungen, indem sich nun alle Rosettchen und Schüppchen der grünen Substanz gefärbt, die übrigen Mineralkörper ungefärbt erwiesen. Im allgemeinen scheinen die rosetten- oder fächerförmig angeordneten Schüppchen aus den Glimmern hervorzugehen, während die verworrenfaserigen Körperchen aus den Feldspaten entstanden sein dürften.

Die richtunglose Verteilung der einzelnen winzigen Individuen bedingt eine Aggregatpolarisation, welche nur schwer eine sichere Unterscheidung von ähnlichen Mineralien infolge Mangels einer deutlichen krystallographischen Begrenzung ermöglicht. Die Polarisationsfarben zeigen einen Wechsel von dunkelbläulichgrün und grau; senkrecht zur Faserungsrichtung findet ziemlich starke Absorption statt, parallel mit jener ist letztere relativ schwach.

In dem letzten Umwandlungsstadium lassen sich

nur selten einzelne Kaolinkörnchen innerhalb der verworren faserigen, lichtgrünen Substanz beobachten; Feldspatreste sind vollständig verschwunden. Selbst in den allerletzten Phasen des pseudomorphen Prozesses fanden sich innerhalb der zahllosen Schüppchen und Fäserchen nicht selten jene grünen Glimmerfetzen, welche sich durch ihren Absorptionswechsel von lichtgrün und saftgrün auszeichnen, ein Beweis für die relativ hohe Resistenz derselben; daher dürfen jene dunkelgrünen Schüppchen, welche accessorisch in den Pseudomorphosen eingebettet liegen, lediglich auf makroskopische Betrachtung hin mit dem Umwandlungsprodukte chemisch wie physikalisch nicht ohne weiteres identifiziert werden.

D. Umwandlung der Grundmasse.

Auch bei dieser ließ sich durch einseitiges Anätzen des Schliffes mit Salzsäure in Verbindung mit nachfolgender Fuchsinfärbung leichter ein Einblick in den Verlauf des Umwandlungsprozesses gewinnen.

Die nach innen vordringende Kaolinisierung, welche auch hier den Eintritt der beginnenden Zersetzung der Feldspate charakterisiert, ließ besonders schön den schaligen Aufbau jener Gemengteile erkennen; stets erfolgt dieselbe bei den Plagioklasen längs der Lamellen, häufig im Verein mit einer Neubildung von Quarz und Muskovit. Im übrigen vollzieht sich der Verlauf der Umwandlung der Feldspate analog wie in den Einsprenglingen, indem die kaolinisierten Stellen sehr bald in jenes schwach lichtgrüne Mineral verändert werden.

Die im frischen Zustande dunkelbraunen Lithioneisenglimmer schließen bei beginnender Zersetzung noch reichliche Mengen Magneteisen ein, sehr vereinzelt auch Rutilnadeln. Bei fortschreitender Umwandlung macht sich eine Abnahme des vorher sehr starken Pleochroismus geltend, während deutlich eine Vermehrung der Rutilnadeln eintritt.

In noch stärker verändertem Zustande zeigen sich jene Biotite stark aufgeblättert und verbogen; unter Verschwinden des lebhaften Pleochroismus macht sich die bereits erwähnte Grünfärbung, sowie eine große Anhäufung der Sagenite bemerklich. Neben wolkigen Fetzen von Limonit finden sich jetzt als randliche Begrenzung der Glimmerlamellen die bereits erwähnten

fächerförmig struierten grünen Schüppchen, welche einen allmählichen Uebergang in das gleichmäßig verworren filzig-faserige, pseudomorphe Gewebe des früheren Feldspates bilden.

Bemerkenswert sind die Erscheinungen, welche an den Quarzkörnchen der Grundmasse beobachtet wurden. Bereits früher erwähnte ich die schnurförmig gruppierten Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse, welche jenen Granitgemengteil in hohem Maße charakterisieren. Dieselben finden sich meistens in anscheinend regellosen Schwärmen und Zügen, nicht selten auch nach bestimmten Richtungen gruppiert. Die beginnende Korrosion jener Quarze macht sich durch eine große Zahl von staubförmigen, längs der Schnüre verstreuten Pünktchen bemerklich; diese werden immer zahlreicher, während die Durchsichtigkeit der Quarzkörnchen immer mehr abnimmt und einer Trübung Platz macht, welche sich bei scharfer Betrachtung als durch eine Menge feinster Kapillarkanälchen erzeugt erweist. Der lebhafte Kontrast der Polarisationsfarben des Quarzes läßt die Zunahme der Korrosion sehr schön verfolgen; dadurch kann insbesondere erkannt werden, daß sich solche Trübungen namentlich an den Punkten geltend machen, wo eine Durchkreuzung mehrerer Schnüre und Kanälchen stattfindet. Die dunklen Pünktchen, welche sich hier ansiedelten, zeigen ähnliche Polarisations- und Absorptionsverhältnisse, wie die Zersetzungsprodukte der Feldspate und Glimmer. Bei größerer Erstreckung stellen sie ein verworren faseriges, oft schuppig-filziges Gewebe dar, in welchem häufig skelettartig Reste von unversehrtem Quarze zu erkennen sind. Nicht selten finden sich solche schuppig-faserige Ansiedelungen längs der zahlreichen Sprünge, welche die Quarzkörnchen vielfach durchsetzen und diesen den Charakter von engmaschigen Netzen verleihen; von hier aus werden dann wieder die bereits erwähnten Gas- und Flüssigkeitskanälchen als weiterer Angriffspunkt von den Agentien gewählt. Das mikroskopische Bild zeigt somit eine große, freilich nur äußerliche Aehnlichkeit mit dem Verlaufe des Serpentinbildungsprozesses beim Olivin.

Im Anschluß an diese mikroskopischen Beobachtungen möchte ich noch erwähnen, daß sich in jener Kontaktzone ein äußerst hartes, grünes Gestein findet, dessen Herkunft nicht ohne weiteres zu deuten ist; erst die optische Untersuchung läßt erkennen, daß hier eine doppelte Umwandlung des früheren Granites vor-

liegt. Betrachten wir nämlich einen Dünnschliff desselben, so fällt uns sofort ein weitverzweigtes Netz von Quarzkörnchen innerhalb des grünen Umwandlungsproduktes ins Auge; besonders charakteristisch dabei ist eine braune Limonitzone, welche fast stets den Quarz von der grünen Masse trennt.

Durch diesen Umstand läßt sich die Bildung jenes harten Gesteins wohl erklären. Offenbar lag zuerst ein völlig pseudomorpher Granit vor, welcher durch mechanische Wirkung der Gewässer stark korrodiert wurde. Später fand ein Zufluß von Eisenkarbonat statt, welches die Kavernen völlig auskleidete und im weiteren Verlaufe Anlaß zur Limonitbildung gab[1]).

Die zahlreichen Quarzüberzüge der benachbarten Kalke zeugen von der lebhaften Zirkulation kieselsäurehaltiger Gewässer; deshalb erscheint es zweifellos, daß letztere auch den nahen, bereits pseudomorphisierten und desaggregierten Granit durchdrangen und gerade in dem zellig struierten Umwandlungsprodukte eine völlige Auskleidung mit Kieselsäure bewirken konnten.

Mit den mikroskopischen Untersuchungen mußten sich notwendig auch chemische Analysen verbinden, besonders, um einen Einblick zu erlangen, welche Beziehungen zwischen dem frischen und dem zersetzten Gestein herrschen.

Ich stelle in Folgendem die Analysenresultate von mir und Böttiger[2]) zusammen und bemerke, daß ich zu meiner Analyse Material von ganzen Pseudomorphosen (Kern und Schale) genommen habe.

I. Graugrüne Pseudomorphose v. d. Miedelmühle An. Stadlinger.

II. desgl. An. Böttiger.

Sandberger[3]) unterzog die von Böttiger analysierten Pseudomorphosen einer weiteren Untersuchung und fand in einem Schlämmrückstande geringe Mengen unzersetzten Orthoklases, Magneteisen, wenig Eisenkies und einen weiter nicht zu bestimmenden hellen, amorphen Körper; den Rest hielt genannter Autor hinsichtlich seiner chemischen und physikalischen Eigen-

---

[1]) Diese Stufen finden sich meist in nächster Nähe des metamorphisierten Kalkes.

[2]) l. c. pag. 38.

[3]) N. J. f. Min. 1892, Bd. II, pag. 40.

	I	II	= nach Sandberger
SiO_2	30,30	30,15	83,70 % = Chlorit
Al_2O_3	20,06	20,67	
Fe_2O_3	1,63	1,68	7,15 % = Orthoklas
FeO	5,30	5,50	
CaO	0,87	Spur	2,47 % = Magnetit
MgO	28,28	28,45	0,98 % = Pyrit
K_2O	1,32	1,60	
Na_2O	1,40	1,77	7,93 % = Thonerdehydrat?
100° : H_2O	0,74	12,02	
Glühverlust	11,89		
Summa	101,79	101,84	100,23
Spez. Gewicht	2,6397	2,674	—

schaften für chloritische Substanz. Entgegen Sandberger's Beobachtungen konnte ich in dem von mir analysierten Umwandlungsprodukte Reste von unzersetztem Feldspat nicht beobachten; um ganz sicher zu gehen, behandelte ich etwa 2 g Pseudomorphose ca. 12 Stunden mit 12 % Salzsäure (Wasserbad). Nach Entfernung der gallertigen Kieselsäure (durch KOH und K_2CO_3) verblieb 1,39 % Rückstand, dessen wesentliche Zusammensetzung als Quarz, Zirkon, Titanit, Magnetit neben einigen Glimmerfragmentchen erkannt wurde.

Die Zusammensetzung der Pseudomorphosen ist innerhalb eines einzigen Krystalles an verschiedenen Stellen eine solch wechselnde — finden sich doch Zwillingskrystalle, bei denen das eine Individuum viel stärker zersetzt ist als das andere —, daß ich der Vermutung Raum geben möchte, das von Sandberger optisch geprüfte Material sei nicht absolut identisch mit dem von Böttiger analysierten Umwandlungsprodukte gewesen, sondern ein relativ frischeres Stadium des Zersetzungsprozesses!

Ich möchte deshalb jene geringen Mengen von Alkalien unter Hinweis auf meine optischen Beobachtungen mehr auf halbzersetzte Glimmer zurückführen. Auch Böttiger[1]) schien gleicher Ansicht zu sein, indem er Kali und Natron auf dunklen Protolithionit[2]) berechnete und die erhaltenen Werte vom ursprünglichen Umwandlungsprodukte abzog.

[1]) l. c. pag. 40.

[2]) Vom Schönlinder Schlossberge bei Röslau l. c. p. 13.

Ich citiere hier Böttiger's Analysenresultate und Berechnungen:

I. Ursprüngliches Umwandlungsprodukt.
II. K_2O auf Glimmer berechnet.
III. Umwandlungsprodukt nach Abzug des Glimmers.
IV. dasselbe auf 100 berechnet.

	I		II		III	IV
SiO_2	30,15	—	7,96	=	22,19	28,45
Al_2O_3	20,67	—	2,94	=	17,73	21,03
Fe_2O_3	1,68	—	1,68		—	—
FeO	5,50	—	3,38	=	1,22	1,56
CaO	Spuren		—		—	—
MgO	28,45	—	1,56	=	26,89	34,47
K_2O	1,60	—	1,60		—	—
Na_2O	1,77	—	1,77		—	—
H_2O	12,02	—	0,72	=	11,30	14,49
	101,84					100,00

Abgesehen von größerem Kalkgehalte, zeigt ein Vergleich der von mir gewonnenen analytischen Resultate mit denjenigen von Böttiger, daß in beiden Fällen das gleiche Stadium der Umwandlung zur Untersuchung vorlag. Böttiger suchte durch einige Detailanalysen die geringe Widerstandsfähigkeit der Pseudomorphose gegen Einwirkung von Essigsäure und Salzsäure näher zu erläutern. Unter Hinweis auf genannte Zahlen (l. c. pag. 38) möchte ich den Umstand anführen, daß 1%ige Essigsäure innerhalb 24 Stunden besonders stark auf den Alkaligehalt vermindernd einwirkte. Die einstündige Erwärmung mit 10% Salzsäure zersetzte etwa 80% der Pseudomorphose; meinen Beobachtungen zufolge führte längere Einwirkung einen völligen Zerfall bis auf 1,39% Rückstand herbei.

Nach Behandlung mit Flußsäure kann der letztere betrachtet werden als ein Gemenge von

0,03	Teilen Titanit, Magnetit, Zirkon	= 2,23%
1,36	„ Quarz	= 97,77%
1,39	„ Rückstand	100,00.

Daß jene analytischen Werte thatsächlich die Zusammensetzung des fertigen Umwandlungsproduktes — abgesehen von den geringen Mengen halbzersetzten Glimmers — bilden, ergibt sich aus nachfolgender Analyse, welche ich mit einem gänzlich

zersetzten Granit ausführte. Das Material fand sich in direkter Nähe der Kontaktzone und zeigte ausgesprochene lehmige Beschaffenheit. Differenzierung in Einsprenglinge und Grundmasse, wie auch Glimmerschüppchen waren nicht wahrzunehmen. Spez. Gew. 2,6617.

SiO_2	34,500
P_2O_5	Spuren
Al_2O_3	19,199
Fe_2O_3	2,622
FeO	3,948
CaO	0,830
MgO	24,170
K_2O, Na_2O	Spuren
100^0 : H_2O	4,076
Glühverlust	10,711
Summa	100,056

Zersetzung mit Salzsäure hinterließ 5,613 °/₀ Rückstand, fast nur aus Quarz, wenig Magnetit, Zirkon und Titanit bestehend.

Vergleichen wir diese Zusammensetzung mit derjenigen der Einsprenglingspseudomorphose, so ergibt sich im allgemeinen eine große Aehnlichkeit beider Umwandlungsprodukte; der hohe Wassergehalt läßt auf mechanisch eingeschlossenes Wasser schließen trotz thunlichster Verwendung von lufttrockenem Material. Der Umstand, daß nach Zersetzung mit Salzsäure 5,613 °/₀ Rückstand hinterblieb, läßt den relativ höheren Kieselsäuregehalt erklärlich finden.

Fassen wir diese bis jetzt gewonnenen Resultate zusammen, so durfte, wie aus den Arbeiten Böttiger's und Sandberger's hervorgeht, in Anbetracht des hohen Magnesiagehaltes im Verein mit bedeutenden Mengen Eisenoxyduls und Wassers mit Recht auf eine chloritische Substanz geschlossen werden.

Für die weiteren Betrachtungen, insbesondere für die Frage der Entstehung jenes Umwandlungsproduktes, dürfte es nun notwendig sein, der chemischen Natur jenes chloritischen Körpers nähere Aufmerksamkeit zu schenken.

Wenn wir die zahlreichen Vertreter der Glimmerfamilie, Sprödglimmer und Chlorite zusammenfassen, so begegnen wir hier einer großen Reihe von Mineralien, welche sowohl hinsichtlich der krystallographischen, wie ihrer übrigen physikalischen Eigenschaften — blätterige Struktur, Spaltbarkeits-

verhältnisse nach bestimmten Richtungen — eine Reihe von ähnlichen Eigenschaften aufweisen, Aehnlichkeiten, welche mit Recht die Vermutung nahelegen, daß auch in den chemischen Konstitutionsverhältnissen dieser Mineralien genetische Beziehungen bestehen. Es ist vor allem das Verdienst von Tschermak und Clarke, die Kenntnis dieser Körper gefördert zu haben.

Tschermak[1]) teilt die große Familie der eigentlichen Chloritmineralien in zwei Untergruppen: Orthochlorite und Leptochlorite ein. Während die Orthochlorite, welche die Mineralien Pennin, Klinochlor, Prochlorit, Korundophilit und Amesit umfassen, als einfache Mischungen zweier Moleküle — eines Serpentinsilikats mit einem Amesitsilikat — betrachtet werden, nimmt genannter Autor für die zweite Abteilung der Leptochlorite im Anschluß an das Serpentin- und Amesitmolekül noch vier andere Fundamentalverbindungen an, nämlich zwei Abkömmlinge des Amesits, ferner Strigovit und Chloritoid. Somit würde die Konstitution aller Arten der Chloritgruppe durch die Annahme einer wechselnden Mischung aus jenen sechs Molekültypen zu erklären sein. In halb empirischer Schreibweise werden diese Verbindungen durch folgende Formeln repräsentiert:

Serpentinsilikat	Sp	$MgSi_2O_7 \cdot H_2 \cdot (MgOH)_2$
Amesitsilikat	At	$Al_2SiO_7 \cdot H_2 \cdot (MgOH)_2$
„ 1. Abkömmling	At'	$Al_2SiO_7 \cdot H_3 \cdot MgOH$
„ 2. Abkömmling	At''	$Al_2SiO_7 \cdot H_4$
Strigovit.	St	$SiO_2 \cdot Al_2SiO_7 \cdot H_2 \cdot (MgOH)_2$
Chloritoid	Ct	$Al_2SiO_7 \cdot H_2 \cdot Mg$

Die Moleküle At' und At'' sind hypothetisch, die vier anderen Verbindungen sind als Mineralien bekannt.

Wir ersehen hieraus, daß die Orthochlorite relativ einfach konstituierte Körper sind im Vergleiche zu den komplizierter gebauten Leptochloriten. Die folgenden Erwägungen mögen es gerechtfertigt erscheinen lassen, daß jenes Umwandlungsprodukt mit großer Wahrscheinlichkeit den Orthochloriten beizuordnen sei.

Ausgehend von der Thatsache, daß der Thonerdegehalt in allen Phasen des Umwandlungsprozesses im Mittel, nahezu kon-

[1]) Tschermak, Sitzungsber. der Akad. der Wissensch., Wien 1891. D. Chloritgruppe 2. Teil.

stant, den Wert 19,34% erreicht[1]), berechnete ich aus dieser Zahl das Amesitsilikat, den einen Komponenten der Orthochlorite, ohne Rücksichtnahme auf eine isomorphe Beimischung jenes analog konstituierten Silikates, in welchem lediglich Substitution der Magnesia durch Eisenoxydul oder auch der Thonerde durch Eisenoxyd stattfand.

Die von Tschermak angegebene Amesitformel $H_4 Mg_2 Al_2 Si O_9$ zerfällt nach ihrer Auflösung in die Gruppen:

$$2H_2O \ . \ 2MgO \ . \ Al_2O_3 \ . \ SiO_2 = At.$$

Jenem Amesitsilikat mit dem M. G. = 278 entsprechen 36,69% Thonerde; somit sind für 19,34% Thonerde = 52,710 Teile Amesitsilikat in Rechnung zu ziehen. Ist nun die Vermutung, daß in der Pseudomorphose eine Mischung der beiden atomistisch gleichartigen Körper Amesit- und Serpentinsilikat vorliege, richtig, so müßten die für Antigoritsilikat übrig bleibenden 47,290 Teile eine Zusammensetzung besitzen, welche, zu derjenigen des Amesitsilikates addiert, einen der Pseudomorphose prozentuarisch ähnlich konstituierten Körper darstellen.

Die nachstehende Tabelle zeigt, daß hier in der That Uebereinstimmung mit den theoretischen Werten herrscht, so daß in jenem chloritischen Umwandlungsprodukte mit größter Wahrscheinlichkeit ein Orthochlorit vorliegt, dessen beide Komponenten — Amesit- und Serpentinsilikat — etwa im Mischungsverhältnis 1:1,11 zu einander stehen.

Theoretische Zusammensetzung der Pseudomorphose
$Al_2O_3 = 19,34\%$

Amesitsilikat		Antigoritsilikat	
SiO_2	60	2 SiO_2	120
Al_2O_3	102	Al_2O_3	—
2 MgO	80	3 MgO	120
2 H_2O	36	2 H_2O	36
Mol.-Gewicht	278	Mol.-Gewicht	296

19,34% Al_2O_3 entsprechen demnach **52,71** Teilen **Amesitsilikat.**

Theoretisch verbleiben dann **47,29** Teile **Antigoritsilikat.**

[1]) Vgl. die Beobachtungen über den chemischen Verlauf der Pseudomorphosenbildung.

52,71 Teile Amesitsilikat enthalten:		47,29 Teile Antigoritsilikat enthalten:	Summa = berechn. Pseudom.	Gefundene Zusammensetzung
SiO_2	11,37	20,56	**31,93**	30,15—31,70
Al_2O_3	19,34	—	**19,34**	i. M. 19,34
Fe_2O_3	—	—	—	1,63—1,93
FeO	—	—	—	5,30—6,75
MgO	15,16	20,56	**35,72**	27,06—28,45
H_2O	6,82	6,17	**12,99**	12,02—13,60
Summa	52,69	47,29	**99,98**	—

Wenn wir nun die von Tschermak aufgestellte Orthochlorit-Mischungsreihe betrachten, so haben wir eine Unterscheidung in fünf Abstufungen:

Pennin	Sp_3At_2	bis	SpAt
Klinochlor . . .	SpAt	„	Sp_2At_3
Prochlorit . . .	Sp_2At_3	„	Sp_3At_7
Korundophilit . .	Sp_3At_7	„	$SpAt_4$
Amesit	$SpAt_4$	„	— At_4

Wir sehen, daß auch innerhalb der einzelnen Abstufungen Schwankungen der Mischungsverhältnisse vorliegen, und so dürfte das Umwandlungsprodukt des Granites unfern der Miedelmühle in seiner chemischen Konstitution etwa die Mitte halten zwischen Pennin und Klinochlor. Jedenfalls aber liegen hier nicht jene typischen, krystallographisch wohl individualisierten Chloritmineralien: Pennin bezw. Klinochlor vor, sondern wir haben es mit einer dichten Varietät derselben zu thun, welcher starke Aggregatpolarisation eigentümlich ist. Kenngott[1]) beschrieb bereits im Jahre 1855 solche Körper und benannte dieselben „Pseudophite", um an die Aehnlichkeit mit „Ophit" zu erinnern — „eine neue Spezies aus dem Geschlechte der Serpentinsteatite". Später kam Kenngott zu der Ansicht, daß sich dieser Pseudophit ganz unter die Reihe der anderen Chloritmineralien gruppieren ließe, so daß er ihn als dichten Pennin ansprach.

Eine Entscheidung über die Konstitution jenes Pseudophit vom Strehlerberge auf analytischem Wege zu führen, ist in-

[1]) Sitzungsber. der k. k. Akad. XVI, 170 ff.

folge der großen Beständigkeit der Silikate, welche keinen Abbau des Moleküls — ähnlich, wie dies bei organischen Körpern möglich ist — zulassen, sehr erschwert. Die Beobachtung jedoch, daß die Natur mit ihren verhältnismäßig schwachen Agentien infolge der außerordentlich langen Dauer ihrer Einwirkung *solche* Pseudomorphosen hervorzubringen vermag, daß wir entsprechend unseren analytischen Resultaten noch *Reste* des *ursprünglichen Minerals* neben *fertigem Umwandlungsprodukte* vermuten müssen, läßt zum Zweck eines Vergleiches der chemischen Zusammensetzung des primären Minerals mit derjenigen des neugebildeten Körpers doch einen Einblick in die eigentlichen Konstitutionsverhältnisse gewinnen.

Als Ausgangspunkt meiner Betrachtungen wähle ich das Strukturbild des *Kalifeldspats*, um dann zu dem auf optischem Wege ermittelten Zwischenstadium: dem *Kaolin* zu gelangen, an dessen Strukturbild sich jene des *Amesit-* wie *Serpentinsilikates* hinsichtlich ihrer genetischen Beziehungen auf's engste anschließen.

Unter den neueren Formeln, welche für die Konstitution des des Feldspats aufgestellt wurden, erscheint mir die nachfolgende die geeignetste, da sie die nahen Beziehungen zu dem häufigsten Zersetzungsprodukte: dem Kaolin, am leichtesten erkennen läßt. In jener Formel ist der Kalifeldspat als ein Kaliumsalz einer Dimetakieselsäure aufzufassen, welche durch Aluminium mit einer Metakieselsäure verbunden ist. Der besseren Uebersicht halber möge die Formel der Dimetakieselsäure neben den anderen Strukturbildern Platz finden.

I	II	III
Si=O │ ＼O—H O │ ／O—H Si=O	Si=O │ ＼O—Al<(O)(O)>Si=O O │ ／O—K Si=O	Si=O │ ＼O—Al<(O—H)(O—H) O │ ／O—Al<(O—H)(O—H) Si=O
Dimeta-Kieselsäure	Kaliumthonerdedimetametasilikat „Kalifeldspat“	Kaolin

Der Prozeß der Kaolinbildung möge durch nachstehende Gruppierung der Strukturbilder anschaulich gemacht werden:

I

+ H>O / H

Si=O, Si—O—Al<(O>Si=O), O, Si—O—K, Si=O

Si=O, Si—O—K, O, Si—O—Al<(O>Si=O), Si=O

+ H>O / H

$= K_2SiO_3 + 3\,SiO_2 +$ Si=O, Si—Al<OH OH, O, Si—Al<OH OH, Si=O

2 Mol. Kalifeldspat + 2 Mol. Wasser = Kalimetasilikat Kieselsäure Kaolin

Lassen wir aus der Kaolinformel — entsprechend den Beobachtungen auf optischem Wege — nochmals Kieselsäure austreten, so erfolgt direkte Anlagerung der einwertigen Atomgruppe — Al $\begin{matrix}-O-H\\-O-H\end{matrix}$ an die freigewordene Sauerstoffvalenz, ein Vorgang, welcher zur Bildung eines einfachen basischen Thonerdemetasilikates führt.

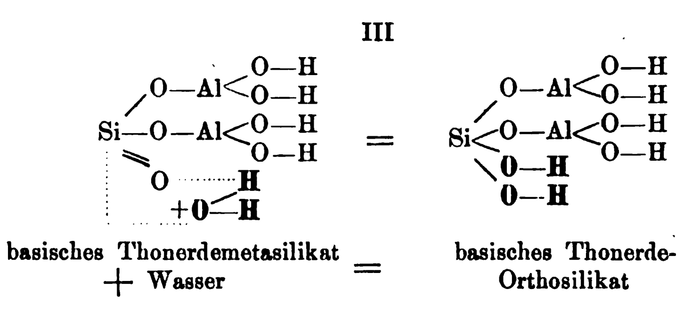
II

Si=O, Si—O—Al<O—H O—H, O, Si—O—Al<O—H O—H, Si=O = Si<=O =O + Si—O—Al<O—H O—H, Si—O—Al<O—H O—H, Si=O

Kaolin minus Kieselsäure = Kieselsäure + basisches Thonerdemetasilikat

Addition von Wasser zu jener Zwischenphase regeneriert ein basisches Orthosilikat:

III



basisches Thonerdemetasilikat + Wasser = basisches Thonerde-Orthosilikat

Die nahe Verwandtschaft des letztgenannten Zwischenkörpers zum Strukturbilde des Amesitsilikates fällt sofort in's Auge, wenn wir an Stelle

von H..... die 1wertige Atomgruppe — Mg—OH
statt H_2.... das 2wertige Mg setzen.

IV

Si<O—Al<(O—H)(O—H), O—Al<(O—H)(O—H), O—H, O—H

basisches Thonerde-Orthosilikat

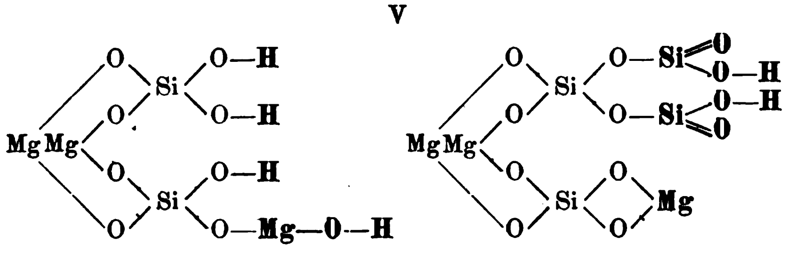
Si<O—Al<(O)(O)>Mg, O—Al<(O—H)(O—H), O—Mg—O—H, O—H

Amesitsilikat

Wir sahen, daß bei diesen Prozessen des öfteren Kieselsäure, sei es in Form von Alkalisilikat, oder von amorpher Kieselsäure, frei wurde. Wie ich bereits früher ausführte, wird der größte Teil dieses Ausscheidungsproduktes zum Aufbau des Serpentinsilikates in der Weise verwendet, daß die neuhinzutretende Magnesia, ähnlich wie bei der Umwandlung des Quarzes in Speckstein, wirkt. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß ein Teil der freigewordenen Kieselsäure sich im status nascens mit Wasser zu hydratischer Kieselsäure verbindet, wodurch die Wechselwirkung zwischen jener und der hinzugetretenen Magnesia leichter von Statten geht.

Die physikalische Aehnlichkeit des Pseudophit mit Talk resp. Speckstein ist demnach vielleicht durch eine Analogie der Konstitutionsverhältnisse von Talk und Antigoritsilikat begründet.

V



Antigorit (Serpentinsilikat) Talk.

Ein Vergleich beider Strukturbilder zeigt uns lediglich eine Anreicherung von Silicium, eine Erscheinung, welcher wir bei Mineralien der Glimmergruppe sehr häufig begegnen. Nach Clarke's Untersuchungen findet hier einfache Substitution des 4wertigen Orthokieselsäurerestes $\equiv SiO_4$ durch den äquivalenten Rest $\equiv Si_3O_8$ einer Trikieselsäure statt[1]).

Diesen Betrachtungen über die chemische Natur des Umwandlungsproduktes schließt sich auf's engste die Frage nach seiner Entstehung an.

Wenn wir die Bestandteile des frischen Granites mit denjenigen des Pseudophit vergleichen, so zeigt sich neben der Zunahme des spezifischen Gewichtes[2]) eine bedeutende Anreicherung von Magnesia, Eisenoxydul und Wasser; dagegen wird der Gehalt an Kieselsäure fast bis auf die Hälfte reduziert. Während die Thonerde als schwer mobiler Körper im allgemeinen konstant bleibt, ist auch eine nicht unbeträchtliche Abnahme der Alkalien zu beobachten.

Um einen Einblick in den Verlauf des ganzen Pseudomorphosenprozesses zu gewinnen, unterzog ich einzelne Zwischenstadien der Analyse, dabei Grundmasse und Einsprenglinge stets getrennt behandelnd.

---

[1]) Man kann sich die vierbasische Trikieselsäure $H_4Si_3O_8$ aus 3 Mol. $Si(OH)_4$ durch Austritt von 4 Mol. H_2O entstanden denken.

[2]) Spezifische Gewichte:

	Grundmasse	Einsprenglinge
Frischer Granit	2,6227	2,5560
Mittelstadium	2,6741	2,6397
Endstadium	2,6942	2,6749

Ia. Anfangsstadium: Einsprenglinge.

	Frischer Feldspat	Beginnende Umwandlung
SiO_2	62,958	66,100
Al_2O_3	19,360	17,708
Fe_2O_3	0,399	0,483
FeO	1,181	1,475
CaO	0,902	0,583
MgO	0,857	2,341
K_2O	11,939	9,048
Na_2O	2,508	1,831
100°: H_2O	0,090	0,357
Glühverlust	0,236	1,285
	100,430	101,211
Nach 24stünd. Kochen mit 12 % HCl:	Gelöst: 4,7 % H_2O freier Rückst.: 95,3 %	Gelöst: 13,334 % H_2O freier Rückstand: 86,666 %.

Die Kieselsäurezunahme dürfte wohl mit der Kaolinisierung in Verbindung stehen; der Eisengehalt ist unwesentlich verändert, dagegen läßt die Anreicherung von Magnesia auf eingeleitete Pseudophitbildung schließen.

Ib. Anfangsstadium: Grundmasse.

	Frische Grundmasse	Beginnende Zersetzung
SiO_2	69,124	66,400
P_2O_5	0,231	0,143
Al_2O_3	16,937	15,936
Fe_2O_3	1,832	2,703
FeO	1,524	1,921
CaO	1,721	0,833
MgO	1,296	3,453
K_2O	3,313	2,860
Na_2O	3,790	2,491
Li_2O	Spur	Spur
100°: H_2O } Glühverlust	1,761	0,332
		3,167
	101,529	100,239
Behandlung mit HCl gelöst:		23,700 %

Auch hier läßt ein Vergleich beider Zersetzungsstadien den Eintritt von Magnesia, Eisen und Wasser, dagegen den Austritt von Kieselsäure, Kalk und Alkalien erkennen.

Deutlicher wird das Bild des Umwandlungsprozesses, wenn wir die nachstehenden analytischen Werte eines Mittelstadiums (hellgraugrün) mit dem unzersetzten Gesteine vergleichen.

II. und III. Mittelstadien.

	Einsprenglinge	Grundmasse
SiO_2	52,440	52,905
P_2O_5	—	0,091
Al_2O_3	18,124	16,935
Fe_2O_3	1,061	3,317
FeO	3,688	2,425
CaO	0,549	0,763
MgO	12,328	12,881
K_2O	5,519	1,604
Na_2O	1,224	1,381
100^0: H_2O	1,294	2,213
Glühverlust	5,131	6,659
	101,358	101,174

Die Zahlenwerte beider Analysen geben ein instruktives Bild vom Verlaufe des Umwandlungsprozesses: Wesentliche Anreicherung von Magnesia, Eisen und Wasser, dagegen eine entsprechende Reduktion von Kieselsäure und Alkali.

In ferneren Stadien ist es oft sehr erschwert, eine genaue Trennung zwischen Grundmasse und Einsprenglingen auszuführen; ferner lassen die äußerlichen physikalischen Eigenschaften (Härte etc.) durchaus nicht sofort erkennen, welches Stadium des Umwandlungsprozesses vorliegt, da häufig sekundäre Kieselsäurezufuhr stattfand, wie nachstehende Analyse eines äußerst harten, serpentinartigen Einsprenglings zeigt: IIIa.

Die Alkalien dürften auf halbzersetzten Glimmer zurückzuführen sein, um so mehr, als die Schlämmprobe keine Feldspatreste erkennen ließ. Die Grundmasse des gleichen Handstückes zeigt nachstehende Zusammensetzung (Mittelstadium, Granitstruktur noch deutlich sichtbar): IIIb.

	IIIa. Einsprenglinge	IIIb. Grundmasse
SiO_2	35,000	46,812
P_2O_5	—	Spur
Al_2O_3	19,317	16,901
Fe_2O_3	1,622	3,785
FeO	5,086	4,214
CaO	0,625	0,687
MgO	26,912	17,792
K_2O	0,987	1,533
Na_2O	0,541	1,202
$H_2O : 100^0$	0,550	0,700
Glühverlust	11,150	7,500
	101,790	101,126

Bemerkenswert ist die Thatsache, daß der Thonerdegehalt für Einsprenglinge und Grundmasse **größeren** Schwankungen nicht unterliegt. Es ergeben sich, unter Hinweis auf diese und die späteren Analysen folgende Werte:

$^0/_0 Al_2O_3$ { Einsprenglinge: 19,36 . 18,124 . 19,317 . 20,06 . 18,50.
Grundmasse: 16,937 . 15,936 . 16,901.
Gänzlich aufgelöster Granit: 19,199.

Sub IV möge eine Analyse des **gänzlich veränderten Gesteines** aus nächster Nähe der Kontaktzone angeführt werden. Das graugrüne, lehmige Material zeigt weder die ehemalige Granitstruktur, noch jene resistenten Glimmerfetzen.

	IV.
SiO_2	34,500
Al_2O_3	19,199
Fe_2O_3	2,622
FeO	3,948
CaO	0,830
MgO	24,170
K_2O / Na_2O	Spuren
$100^0 : H_2O$	4,070
Glühverlust	10,710
Organ. S.	Spur
	100,049

Schließlich mögen noch einige Analysen von Pseudomorphosen (von Einsprenglingen) Platz finden:

Va. Graugrüne, weiche, fettglänzende Pseudomorphose mit dunkelgrünen Schüppchen. Sp. Gew. 2,6397. Nach Zersetzung mit HCl = 1,39 % Rückstand.

Vb. Dunkelgrüne, weiche, fettglänzende Pseudomorphose. Makroskopische Schüppchen nicht erkennbar; in den Spaltrissen häufig Limonitüberzüge. Sp. Gew. 2,6749. Nach Zersetzung mit HCl = 1,256 % Rückstand.

V. Pseudomorphosen.

	Va. graugrün	Vb. dunkelgrün
SiO_2	30,30	31,70
Al_2O_3	20,06	18,50
Fe_2O_3	1,63	1,94
FeO	5,30	6,75
CaO	0,87	0,60
MgO	28,28	27,06
K_2O	1,32	Spuren
Na_2O	1,40	
100°: H_2O	0,74	2,70
Glühverlust	11,89	10,90
	101,79	100,15

Ueberblicken wir diese, teils auf optischem, teils auf chemischem Wege ermittelten Resultate, so ersehen wir, daß beinahe die Hälfte der vorhandenen Kieselsäure weggeführt wird, und zwar in der Weise, daß zunächst eine Anreicherung (Folge einer SiO_2-Ausscheidung während des Kaolinisierungsprozesses), dann aber eine, der Magnesiazufuhr ungefähr entsprechende Abnahme der Kieselsäure zu verzeichnen ist. Gleichzeitig mit der Zersetzung der eingesprengten Feldspate tritt eine Entfärbung der Glimmer durch Entfernung des Eisens ein, welches indessen mit weiter hinzutretendem Eisen und Magnesium zum Aufbau des Pseudophit verwendet wird. Neben diesen Ausscheidungen der Kieselsäure gehen auch größtenteils die Alkalien verloren, vielleicht bei den Glimmern in der Weise, daß in dem „Kalium-Molekül" (Tschermak's) eine Substitution durch Wasserstoff stattfindet. Gleichzeitig erfolgt durch Zersetzung der Kalknatronfeldspate eine Ausscheidung des Kalkes; die im fertigen Umwandlungsprodukte fast nie fehlenden Kalkmengen lassen auf eine nachträgliche Zufuhr desselben gleichzeitig mit der Magnesia von außen her schließen.

Eine weitere wichtige Veränderung gibt sich in der auffallenden Zunahme des Wassergehaltes zu erkennen. Von allen Stoffen, welche an der Zusammensetzung des porphyrartigen Granites beteiligt sind, scheint die Thonerde die größte Konstanz (im Mittel etwa 19,34%) zu besitzen; sie ist deshalb nicht ohne Grund als das „Kerngerüst“ für das wasserhaltige Magnesiaeisenthonerdesilikat zu betrachten, welches offenbar aus den thonerdeführenden Bestandteilen des Granites hervorgeht. Dabei verlieren letztere ihre Monoxyde fast vollständig, die Kieselsäure zum Teil, sei es in Form von Alkalisilikat, amorpher (hydratischer) oder krystallisierter Kieselsäure. Unter Hinweis auf die theoretischen Betrachtungen über die chemische Konstitution des Pseudophit möchte ich die Bemerkung wiederholen, daß jene gelöste Kieselsäure wohl mit dem von außen eintretenden Magnesia- und Eisenbikarbonat in Reaktion tritt und eine Bildung von Magnesiaeisenhydrosilikat bewirkt, dagegen dürften bei der Zersetzung der primären und sekundären Quarzkörnchen ähnliche Prozesse, wie bei der Umwandlung des Quarzes in Speckstein, stattgefunden haben. Man war früher immer geneigt, den Quarz als unlösliches Mineral anzusehen, und dieser Umstand war es, welcher die Erklärung jener Specksteinpseudomorphosen lange in Frage stellte. Die einschlägigen Versuche Weinschenk's[1]) erbrachten den Nachweis, daß Bergkrystalle nach längerer Einwirkung von Alkalien einen großen Teil ihres Bestandes abgeben. Jedenfalls müssen auch die Alkalikarbonate bei der Pseudophitbildung am Strehlerberg eine hervorragende Rolle gespielt haben; als Zersetzungsprodukte der Feldspate und Glimmer waren sie in nicht geringer Menge vorhanden und konnten deshalb leicht an den primären und sekundären Quarzen ihre korrodierende Wirkung entfalten. Die neugebildeten Alkalisilikate traten mit dem zugeführten Eisen- und Magnesiabikarbonat in Reaktion, so daß im ersten Stadium der Zersetzung an den korrodierten Stellen eine wirrfaserige, oft undeutlich schuppig-filzige Ablagerung des Hydrosilikates Platz finden konnte.

---

[1]) Weinschenk, Umwandlung des Quarzes in Speckstein. Inaug.-Diss. 1888, pag. 14 ff.

Von ganz hervorragendem Interesse sind die Pseudomorphosen von Quarz nach Feldspat, welche früher durch Dr. Laubmann an gleicher Stelle in unmittelbarer Nähe der Kontaktzone aufgefunden wurden.

Offenbar geschah diese Umwandlung des Feldspats in Quarz[1]) nicht auf direktem Wege, sondern es mußte zunächst ein anderes Mineral an Stelle des veränderten Feldspats treten, welches erst später eine allmähliche Verdrängung durch Quarz erfuhr. Leider konnte ich nicht persönlich Einsicht von diesen nur in geringer Zahl gefundenen Pseudomorphosen nehmen; dennoch sei es mir gestattet, eine Vermutung über die Möglichkeit, unter welcher derartige Prozesse stattfinden konnten, auszusprechen.

Vielleicht lag primär eine Chloritisierung d. h. Pseudophitbildung des Feldspats vor; dieser folgte ein allmählicher Verlust sämtlicher basischer Bestandteile des Magnesiaeisenthonerdesilikates; da indessen die Kieselsäure des Feldspats bezw. Pseudophit nicht ausgereicht haben würde, um die Krystallvakua auszufüllen, so muß eine Zuführung von Kieselsäure in Lösung von außen her angenommen werden. Wie ich bereits früher bemerkte, finden wir thatsächlich häufig fertig gebildeten, ehedem erdigen Pseudophit durch infiltrierten Quarz zu einem äußerst harten Aggregat verbunden, welches äußerlich durchaus nicht jene Eigenschaften des gewöhnlichen Pseudophit besitzt; ferner deuten die häufigen Quarzüberzüge des metamorphen Kalkes darauf hin, daß, wie schon früher bemerkt, eine reichliche Zirkulation kieselsäurehaltiger Gewässer in jenem Gebiete stattgefunden haben muß.

Die zweite Möglichkeit, nach welcher sich die Bildung jener Quarzpseudomorphosen erklären ließe, würde zunächst eine Verdrängung der Feldspatbestandteile durch Kalkspat annehmen; dieser müßte sich eine solche durch Quarz anschließen. Für beide Erklärungsversuche käme die zum Teil noch ungelöste Frage über die Wandelbarkeit der Thonerde in Silikaten in Betracht, welche bereits Bischof[2]) zu näheren Unter-

---

[1]) Die tafelförmigen Pseudomorphosen enthalten häufig noch accessorische Glimmerschüppchen.

[2]) Bischof, Chem. Geologie II. Bd., S. 364.

suchungen anregte. Lemberg[1]) bemerkt in seiner „Abhandlung über die Silikatumwandlung", daß das Vorkommen neugebildeter thonerdehaltiger Silikate auf Gängen und in Hohlräumen die Wandelbarkeit der Thonerde darzuthun vermag, eine Vermutung, welche mit der Ansicht Bischof's durchaus übereinstimmt und durch spätere Versuche Roger's und Daubrée's bestätigt wurde. Wenn auch bei der oben geschilderten Pseudophitbildung, wie aus den analytischen Resultaten hervorgeht, eine große Beständigkeit der Thonerde nachweisbar ist, so mögen dennoch Umstände unbekannter Art an manchen Stellen eine völlige Entfernung des Thonerdesilikates herbeigeführt haben; setzt doch auch die Bildung von Speckstein, welche wir im Fichtelgebirge in solch' großartigem Maßstabe beobachten, eine Fortführung von Thonerde in nicht unerheblichen Mengen voraus!

Es war im voraus zu erwarten, daß der unmittelbare Kontakt des Granites mit dem dolomitischen Kalke nicht ohne Folgen für letzteren blieb, da doch wohl anzunehmen ist, daß ein Teil der Ausscheidungsprodukte des Granites während des Pseudophitbildungsprozesses auch dem nahen Kalke zugeführt werden mußte. Teils waren es Neubildungen von Epidot, Quarz und Feldspat, welche den ehemaligen Gesteinscharakter der Kalke verschwinden ließen, teils beobachten wir auch wieder eine Umwandlung der sekundären Feldspate und Quarze in Pseudophit.

Besonders bemerkenswert sind in dieser Hinsicht die am Nordostende des Weges anstehenden, häufig mit Quarz überzogenen Kalkblöcke. Das doppelt metamorphisierte Gestein zeigt namentlich an den äußeren Zonen neben Calcit und Quarz Streifen und Putzen von graugrünem Pseudophit.

Leider wurde während der Erbauung des Tunnels und des Einschnittes eine Einsammlung des unmittelbaren Kontaktgesteines versäumt, denn nur dadurch hätte sich die Frage über die Bildung jener Mineralien, welche zweifellos auf hydatogenem Wege erfolgte, erschöpfend behandeln lassen. Derartige metamorphe Kalke finden sich vielfach an anderen Orten des Fichtelgebirges; der reiche Wechsel, dem dieselben in ihrer minera-

[1]) Z. d. d. geol. G. XXVIII. Bd., S. 524.

logischen Zusammensetzung unterworfen sind, legt die Bezeichnung: „Kalksilikathornfels“ nahe. Die Erkenntnis einer deutlichen Schichtung jener Kalke unweit der Miedelmühle ist ein weiterer Umstand, welcher gegen eine reine Kontaktmetamorphose spricht; wenden wir uns weiter südlich gegen Redwitz, so finden wir an der Gabelung der Eisenbahnlinien Hof-Eger im Einschnitte der letzteren zwei Gesteinsblöcke des gleichen Kalkzuges, bei welchen der Gedanke an eine hydatogene Bildung der Sekundärmineralien: Augit, Quarz, Titanit, Glimmer ausgeschlossen ist (vgl. IV., Vorkommen von Nontronit, ebenso II., körnige Kalke und körnige Dolomite am Strehlerberg). Es bleibt daher von Fall zu Fall zu untersuchen, ob die Gegenwart jener Mineralien an hydatogene oder rein kontaktmetamorphe, von seiten des granitischen Magmas intrusiv in die Kalke eingreifende Wirkung gebunden war.

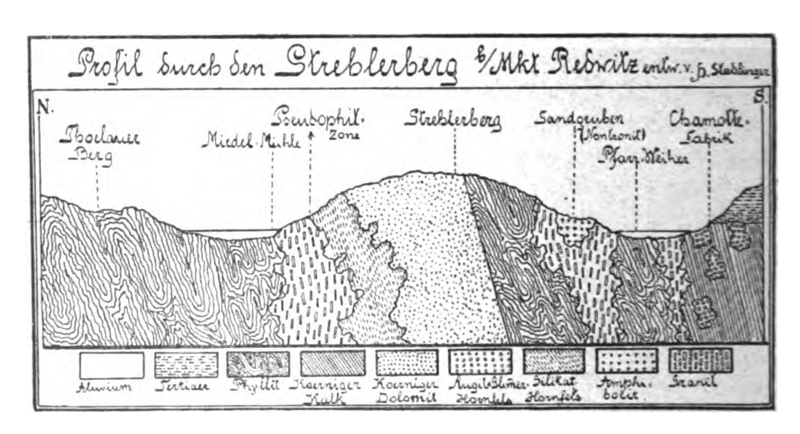
Ohne Zweifel steht die Frage nach der Herkunft der Magnesia, welche jene tiefgehende Zersetzung des Granites einzuleiten vermochte, im Vordergrunde unseres Interesses, da sie uns zugleich die Anregung bietet, eine Parallele zu ziehen mit jenen Umwandlungsprozessen von weit bedeutenderem Umfang, welche im nördlichen Kalkzuge zu den Specksteinbildungen führten.

Wie in der Beschreibung des körnigen Dolomites am Strehlerberg gezeigt wurde, liegt hier eine Varietät des gewöhnlichen Urkalkes vor, welche sich von dem normalen, weißen, marmorähnlichen Gestein durch ihren hohen Magnesiagehalt unterscheidet. Ein Blick auf die tektonischen Beziehungen jenes dolomitischen Kalkes zu denjenigen des Granitstockes unweit der Miedelmühle wird uns sofort überzeugen, daß der Mineralbestand beider Gesteine gegenseitig in Reaktion trat, um jene Prozesse einzuleiten. Man könnte versucht sein, der Einwirkung von magnesiareichen Lösungen, welche von der Zersetzung der Phyllite des Augenbrunnenberges herrührten und den körnigen Kalk am Strehlerberge dolomitisierten, auch den direkten Pseudophitbildungsprozeß im Granite zuzuschreiben, doch deuten die lokalen Verhältnisse, wie mir scheint, mit Sicherheit auf primäre Dolomitisierung des Urkalkes und sekundäre Zuführung der aufgespeicherten Magnesia in den tiefer

liegenden **Granit**. Die Richtigkeit dieser Annahme wird durch den bemerkenswerten Umstand bestärkt, daß solche Granite, welchen der nahe Kontakt des körnigen Dolomites fehlt, stets intakt blieben.

Die Besichtigung der örtlichen Verhältnisse von der Thölauer Straße aus — also fast von der Höhe des erwähnten Augenbrunnenberges — zeigt auf's deutlichste, daß jener **Kontakthof** im Bereiche eines **Erosionsthales** liegt, dessen linke (nördliche) Flanke vom **Phyllite** des Thölauer Berges, dessen rechte (südliche) Seite vom **dolomitischen Kalke** des Strehlerberges begrenzt ist, während tiefer unten, fast im Horizonte des Röslauflusses, der nunmehr **pseudomorphisierte Granit** als stockförmiger Durchbruch an der Grenze zwischen Phyllit (l.) und Kalk (r.) erscheint. Die Gewässer, welche von der Höhe des Augenbrunnen- bezw. Thölauer Berges herab ihren Lauf in der Richtung des heute sichtbaren Erosionsthales nahmen — fünf Weiher befinden sich noch heute auf dessen Sohle —, überfluteten zunächst den dolomitischen Kalk und erodierten letzteren, so daß nach Wegwaschung jenes Mantels der nunmehr durch **vertikal wirkende, magnesiabikarbonathaltige Sickerwässer zersetzte Granitkern** zu Tage trat.

Beifolgende Skizze zeigt den NS-Durchschnitt jenes Kontakthofes unweit der Miedelmühle.



Die Pseudophitbildung nahm in jener, etwa 3000 qm großen Kontaktzone einen sehr **unregelmäßigen Verlauf**, indem einzelne Granitblöcke oft auf der **einen** Seite in weichen Pseudo-

phit umgewandelt wurden, während die andere Hälfte völlig intakt blieb; derartig ungleichmäßig zersetztes Gestein findet sich besonders auf der Westseite des Weges beim Tunnel. Auf der gegenüberliegenden Seite ist der Granit stellenweise derartig in lehmigen Pseudophit umgewandelt, daß ein Abstürzen der relativ frischeren Gesteinsblöcke zu befürchten ist. Der hiedurch bedingten Gefährdung des Bahndammes hat man durch Errichtung einer Kunstmauer zu begegnen gesucht.

Im Anschluß an die eben gegebene Schilderung des Pseudophit vom Strehlerberg dürfte hier eine auszugsweise Wiedergabe der in der Litteratur verstreuten Veröffentlichungen über dieses Mineral wohl am Platze sein.

Wie bereits erwähnt, hat zuerst Kenngott[1]) den Namen „Pseudophit" für ein dichtes, grünes Mineral, welches sich als Umwandlungsprodukt am Berge Zdjar in Mähren fand, angewendet (cf. Analyse I).

Eine weitere Abhandlung über eine ähnliche pseudomorphe Bildung brachte R. v. Drasche[2]). Auch hier liegen ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie diejenigen unweit der Miedelmühle. Der Fundort jenes Umwandlungsproduktes — 1 Stunde südlich von Budweis beim Orte Plaben in Böhmen — ist ein Lager halbkrystallinischen Kalkes, welches konkordant dem dort anstehenden, stark verwitterten Gneiße eingeschaltet ist. Der Kalk selbst enthält außer Beimengungen von Graphit viel Feldspatbestandteile und birgt jene, etwa 4 Kubikfuß großen, an der Oberfläche meist striemigen, rundlichen Massen eines grünen, mit Phlogopitblättchen bedeckten Minerales. Letzteres charakterisiert sich beim Zerschlagen in den meisten Fällen durch einen weißlichen bis graulichen Kern, welcher äußerlich von der erwähnten specksteinartigen Masse umgeben ist.

R. v. Drasche schloß aus dem chemischen wie optischen Verhalten jenes grünen Minerals, daß hier ein penninartiger Körper vorläge, während die Zusammensetzung des weißen Kernes sich der Formel des Andesins nähere (cf. Analyse II),

Angeregt durch diese Arbeiten, untersuchte v. Zepharovich[3])

---

[1]) Akad. Wien 1855, **16**, 170 ff.

[2]) Tsch. min. u. petr. Mitt. 1873, Heft 2, p. 125 ff.

[3]) Tsch. min. u. petr. Mitt. Heft 1, 1874, p. 7 ff.

4*

die Feldspatpseudomorphosen des Kalkbruches von Čkyn in Böhmen, in welchem sich gangartige Einlagerungen von Granit finden. Wie im Fichtelgebirge ließ sich auch hier die Umwandlung des vorwaltend aus lichtgrauem Orthoklas, wenig dunklem Glimmer und sehr spärlichen Beimengungen von Quarz bestehenden Granites bezw. der Feldspate desselben von außen nach innen verfolgen. Besonders an den von Kluftflächen begrenzten Stücken, welche in der Mitte noch intakt zu sein scheinen, stellt sich gegen außen mit abnehmender Härte der einzelnen Körner eine dunkle, graugrüne Färbung ein, bis endlich, anfänglich noch mit Erhaltung der körnigen Struktur, die pseudophitähnliche, neugebildete Substanz die äußerste Zone einnimmt. v. Zepharovich bemerkt weiter, daß sich das Umwandlungsprodukt gerade gegen den Kalk zu am deutlichsten entwickelt zeigte, ein Umstand, welcher der Annahme eines hydrochemischen Prozesses, dessen wahrscheinlichstes Agens magnesiabikarbonathaltige Gewässer seien — die Čkyner Kalke zeichnen sich durch erheblichen Magnesiagehalt aus — eine besondere Stütze verleiht (cf. Analyse III).

Zum Vergleiche führe ich hier die Resultate der chemischen Untersuchung dieser drei Vorkommen mit der Analyse der Pseudomorphosen von der Miedelmühle an.

	I	II		III	IV
	Zdjar-Berg (Kenngott)	Plaben b. Budweis (R. v. Drasche) a. Kern	b. Umwandlungsprozess	Čkyn (Zepharovich)	Miedelmühle (Fichtelgeb.) Pseudomorphose
Analyt.	C. v. Hauer	v. Drasche	v. Drasche	Gintl	Stadlinger
Härtegrad	2,5	6	2—3	geringer als 2	1—2
Spez. Gew.	2,75—2,77	2,68	2,81	2,61	2,67
SiO_2	33,42	60,49	34,63	35,31	31,70
Al_2O_3	15,42	24,33	17,13	18,28	18,50
Fe_2O_3	—	—	—	1,26	1,94
FeO	2,58	—	1,61	0,83	6,75
CaO	—	4,07	—	—	0,60
MgO	34,04	1,46	33,38	31,61	27,06
K_2O	—	4,23	—	—	Spuren
Na_2O	—	5,04	—	—	
$100^0: H_2O$ / Glühverlust	12,68	1,69	13,93	13,26	2,70 / 10,90
Summa	98,14	101,31	100,68	100,55	100,15

Im allgemeinen läßt sich aus dem Vergleiche jenes Analysenmateriales die Aehnlichkeit der vier Umwandlungsprodukte nicht verkennen; der relativ geringe Magnesiagehalt des Pseudophit vom Fichtelgebirge (IV) rührt von dem Ueberwiegen des isomorph beigemischten, analog konstituierten Eisenoxydulsilikates her.

Anschließend an diese Beobachtungen seien diejenigen V. Wartha's[1]) (Budapest) angeführt. Verfasser sammelte zwei Gesteine, deren eines — auch „Grandauer" Gestein — vom Gurtipohl stammt und seiner durchscheinend grünen, steatitisch-dichten Beschaffenheit zufolge für Serpentin gehalten wurde, während das andere, vom Zingeltobel herrührend — dortselbst auch als „Tafamunter" bezeichnet —, durch seine faserig-stengelige Struktur an die Eigenschaften eines echten Chloritschiefers erinnerte. Beide Gesteinsarten werden im Montafunthale zu verschiedenen Schnitzereien verwendet.

I. Analyse des serpentinähnlichen Körpers.
II. „ „ chloritschieferähnlichen Gesteines.

	I	II
SiO_2	30,45	29,44
Al_2O_3	18,96	20,98
Fe_2O_3	2,21	2,00
FeO	3,70	5,60
MgO	32,20	30,31
H_2O	12,79	12,29
Summa	100,31	100,62
Spez. Gew.	2,693	2,722
Analyt.	Szilassi und	Telek.

V. Wartha hielt das „Grandauer" Gestein identisch mit jenem „Pseudophit" Kenngott's vom Zdjarberg, wogegen sich das Gestein von Tafamunt als Serpentinschiefer erwies.

Es dürfte vielleicht gerechtfertigt sein, bei Besprechung dieser in der Litteratur genannten Pseudophitvorkommnisse eines solchen zu gedenken, welches neben mineralogischem, auch etnographisches Interesse beansprucht. Aehnlich den vorerwähnten Montafun-Pseudophiten werden auch die von Cohen[2]) beschrie-

[1]) Földtani Közlöny 1886, **16**, 7 u. 79; ferner aus Groth's Ztschr. **13**, 71 und **11**, 266.

[2]) N. J. f. Min. 1887, I, 119 u. ff.

benen grünen Sekundärmineralien von den Eingebornen Südafrika's zu Schnitzereien verschiedenster Art in analoger Weise, wie der Agalmatolith in China und Japan, verwendet. Das von genanntem Autor näher untersuchte Rohmaterial stammte teils aus den Zoutpansbergen im nördlichen Transvaal, teils aus Griqualand-West. Der Pseudophit der Zoutpansberge bildet makroskopisch eine durchaus homogene, lebhaft gefärbte, in dünnen Schichten durchscheinende, völlig einem edlen Serpentin gleichende Masse, welche sich mit einer Laubsäge leicht in Stücke von beliebiger Form teilen läßt. Mikroskopisch sind in der bei gewöhnlichem Lichte wasserhellen Substanz geringe Apatitbeimengungen, besonders aber äußerst zarte, bräunliche Leistchen und Blättchen mit deutlichen Absorptionsdifferenzen und Pleochroismus wahrzunehmen; bei Anwendung des polarisierten Lichtes zeigt sich manchmal äußerst zarte Aggregatpolarisation, hier und da lassen sich auch einzelne Chloritindividuen erkennen. Cohen knüpft an seine Beobachtungen die Vermutung, daß auch hier ein Umwandlungsprodukt vorliege, welches entsprechend seiner chemischen Eigenschaften als Pseudophit bezeichnet werden darf. Die Analyse van Riesen's ergab folgende Zahlen:

Spez. Gew.	2,647.
SiO_2	32,38
Al_2O_3	18,79
Fe_2O_3	0,80
FeO	2,39
MnO	Spur
CaO	Spur
MgO	31,64
100^0: H_2O	0,06
Glühverlust	14,09
P_2O_5	Spur
	100,15

Delesse[1]) beschrieb unter dem Namen „Pyrosklerit" jenes dichte, hellgrüne bis grünlichweiße, fett- und wachsglänzende Mineral, welches sich bei St. Philippe unweit Markirch in nierenförmigen Massen, deren Kern oft aus Feldspat besteht, im körnigen Kalk der Gneißformation findet. Groth[2]) hält das mikro-

[1]) Ann. d. mines 1851.

[2]) Groth's Zeitschr. 1877 I pag. 509.

skopisch feinfilzige Umwandlungsprodukt identisch mit den Pseudophiten v. Drasche's und Zepharovich's; ein Vergleich mit dem von mir untersuchten Körper zeigt in chemischer Hinsicht ebenfalls große Aehnlichkeit beider Vorkommnisse. Die Analyse van Werwecke's ergab:

SiO_2	32,84
Al_2O_3	17,34
Fe_2O_3	3,29
FeO	1,04
CaO	0,75
MgO	30,48
$100^0 : H_2O$	0,60
über $H_2SO_4 : H_2O$	1,02
bis $200^0 : H_2O$	0,66
Glühverlust	12,16
	100,18

Lemberg[1]), dessen eingehende Untersuchungen bekannt sind, erwähnt mehrere Chloritpseudomorphosen, welche hinsichtlich ihrer Genesis zum Teil recht interessante Verhältnisse zeigen. Zunächst möge eine Umwandlung in speckstein- bezw. serpentinähnliche Massen genannt werden, welche die feldspatführenden, granitischen Gänge im Bereiche der Serpentine bei Waldheim erfuhren (l. c. p. 547).

I a. anscheinend frischer Granit,

I b. dunkelgrüne, weiche, serpentinähnliche Massen.

Bei einer weiteren Pseudomorphose, welche an Feldspaten bei Böhrigen in Sachsen beobachtet wurde, zeigte sich, daß der fleischfarbige Feldspat, teils aus Orthoklas, teils aus Plagioklas bestehend, gegen den Serpentin zu, welchen er aderförmig durchsetzt, in eine dunkle, fettglänzende, mit dem Messer schneidbare Masse umgewandelt war (l. c. p. 542).

II a. frischer Feldspat aus der Mitte einer Ader,

II b. Umwandlungsprodukt an der Grenze gegen den Serpentin.

---

[1]) Ztschr. d. d. geol. Ges. 1875, p. 534 ff.

	I		II	
	a	b	a	b
SiO_2	61,21	33,79	57,50	36,08
Al_2O_3	18,45	16,15	23,91	18,33
Fe_2O_3	0,50	6,24	0,34	0,26
CaO	0,37	—	2,23	0,62
MgO	4,69	30,36	1,57	28,48
K_2O	8,69	—	7,75	—
Na_2O	3,45	—	3,58	—
H_2O	2,64	13,46	2,38	15,18
Summa	100,00	100,00	99,26	98,95

Eine ähnliche Umwandlung erfuhr auch der Feldspat, welcher gangartig im Serpentin von Zöblitz erscheint. Derselbe besteht größtenteils aus weißem, großkrystallinischem Oligoklas mit einer geringen Beimischung von Hornblende, Glimmer und Quarz und zeigt an der Grenze gegen den Serpentin bemerkenswerte Kontaktgebilde. Zunächt erscheint als erste, dem Oligoklas benachbarte Zone ein Saum von großblättrigem, tombakgelbem Chlorit; diesem folgt, mit Annäherung gegen den Serpentin, eine Masse von schmutziggrüner, weicher, specksteinartiger Beschaffenheit (l. c. p. 534).

III a. Frischer Feldspat aus der Mitte,

III b. Chloritischer Saum: zwischen Talkzone und Oligoklas,

III c. Völlig umgewandelter Oligoklas: weich und specksteinartig.

		III	
	a	b	c
SiO_2	65,73	37,52	38,86
Al_2O_3	21,43	11,14	10,61
Fe_2O_3	0,18	6,22	1,32
CaO	2,07	—	—
MgO	—	24,72	29,74
K_2O	0,13	—	—
Na_2O	10,41	—	—
H_2O	0,40	19,92	17,57
Summa	100,25	99,52	98,10

Ueberblicken wir Lemberg's Analysenresultate, so ergibt sich, daß die feldspatführenden Gänge an der Grenze gegen Serpentin in der Weise in specksteinartige Massen umgewandelt wurden, daß sämtliche starken Basen ausschieden und durch

Magnesia ersetzt wurden. Der Verlust von Kieselsäure, die Aufnahme von Wasser und Eisen führt zu Körpern, welche mit der Konstitution der angeführten Pseudophitvorkommnisse, einschließlich desjenigen bei Mkt. Redwitz, die größte Aehnlichkeit besitzen. —

Das Vorkommen von Pseudophit unweit der Miedelmühle scheint auch im nördlichen Kalkzuge des Fichtelgebirges ein Pendant zu finden. Gümbel[1]) beschreibt derartige Umbildungen des Ganggranites bei Stemmas, östlich von Thiersheim, wo sich ein Kontakt mit körnigem Kalke in analoger Weise wie am Strehlerberge beobachten läßt. Auch hier finden sich die Bestandteile des Granites in eine schmutziggrüne, weiche, steinmarkähnliche Substanz übergeführt, und zwar am stärksten in der Kontaktregion, während mit zunehmender Entfernung von dieser Zone immer mehr unzersetzte Teile hervortreten, so daß schließlich bloß der Plagioklasfeldspat von den zersetzenden Agentien beeinflusst wurde.

I. Unzersetzter Granit aus größerer Entfernung von der Kontaktgrenze, analysiert von Schwager,

II. Umwandlungsprodukt, analysiert von v. Ammon.

	I	II
SiO_2	65,77	44,58
Al_2O_3	20,49	24,01
Fe_2O_3	0,18	—
FeO	—	6,23
CaO	0,09	—
MgO	0,09	10,78
K_2O	9,98	4,13
Na_2O	3,49	3,15
Glühverlust	0,38	7,26
Summa	100,47	100,14

v. Ammon's Analysenergebnis (II) legt die Vermutung nahe, daß ihm ein Mittelstadium des Umwandlungsprozesses zur Untersuchung vorlag.

Aehnliche Umwandlungen, welche sich für ein näheres Studium eignen, zeigt der gneißartige Phyllit hinter der Mühlhöferschen Fabrik bei Mkt. Redwitz.

[1]) Fichtelgebirge pag. 138.

Ohne Zweifel bilden jene Zersetzungsvorgänge des Granites unweit der Miedelmühle ein Pendant zu den großartigen Specksteinbildungsprozessen bei Göpfersgrün und Thiersheim längs des nördlichen Kalkzuges; finden wir ja auch dort Pseudophitvorkommnisse in Gesellschaft von Speckstein [1]) und zwar beide in solch' engem Verbande, daß nur der lichtgrüne Farbenton der ersteren eine äußerliche Unterscheidung von den letzteren gestattet.

IV.

Nontronitbildung unweit des Pfarrweihers am Strehlerberg.

Ein Seitenstück zu jenen bemerkenswerten Umwandlungsprozessen unweit der Miedelmühle beobachten wir in einem südöstlichen Ausläufer des Strehlerberges; in diesem Falle mögen die Zersetzungsprodukte eines schieferigen Amphibolits, welcher als isolierte Scholle im porphyrartigen Granite erscheint, den Gegenstand der nachfolgenden Betrachtungen bilden.

Die Anlage zweier Sandgruben [2]) ließ dortselbst einen genauen Einblick in den engen Verband von porphyrartigen und feinkörnigen Graniten gewinnen, indem letztere teils als anscheinend linsenförmige, teils als mächtiger ausgedehnte Einlagerungen oft gleichsam schwimmend im sog. Krystallgranite auftreten. Beide Gesteine zeigen sich einschließlich der zu besprechenden Amphibolite völlig zu sandigem Grus verwittert, lassen aber dennoch ihre Lagerungsverhältnisse vorzüglich erkennen. Der porphyrartige Granit besitzt die bereits früher erwähnte Fluidalerscheinung in der Anordnung seiner Einsprenglinge in ganz hervorragendem Maße; zufälligerweise wurde der Hügel in der Weise angeschnitten, daß dem Beschauer längs des Aufschlusses fast

---

[1]) Z. B. an der Straße zur Schwarz'schen Grube bei Göpfersgrün; ganz besonders typisch beobachtete der Verfasser Pseudophitbildung bei Thiersheim (Emilienzeche).

[2]) Im Besitze der HH. Rössler und Wunderlich.

nur die Prismenflächen der eingesprengten Feldspate zugewendet sind; bei geringster Berührung zerfallen dieselben entsprechend ihren Spaltungsrissen in grobe Stückchen. Sehr schön lassen sich auch die zahlreichen Pegmatitgänge verfolgen, welche teils ader- oder gangförmig, gewöhnlich in vertikaler Richtung die Granite durchsetzen. Neben den großen Feldspaten, welche teils in Form von Orthoklasen, teils Plagioklasen zuweilen auch Mikroklinen auftreten, finden wir in jenen Pegmatiten nicht selten Muskovitkonkretionen von verschiedensten Dimensionen. Von ganz besonderem Interesse sind indessen die Umwandlungsprodukte (sog. Nontronit) des schieferigen Amphibolits, welcher in Form einer Scholle im Krystallgranit eingebettet, am Eingange der Rössler'schen, südlich gelegenen Grube erscheint. Hier zeigen sich — besonders nach vorausgegangenem Regen — die prächtigsten Farbenübergänge aus braunem, halbzersetztem, stark gefälteltem Amphibolit in dunkelgrüne, hellergrüne, gelbe, zuletzt weiße Nuancen eines kaolinartigen Minerales; völlig intaktes, schwarzgrünes Gestein war nur in den seltensten Fällen zu erkennen. Ein Uebergang in granitische Bestandteile fehlt, wie auch eine hydrochemische Beeinflussung von Seite des umgebenden Granites völlig ausgeschlossen zu sein scheint. Die Breite des angeschnittenen Amphibolits dürfte etwa 4 Meter betragen, die Höhe desselben etwa 4—6 Meter; nach unten ist deutliche Abgrenzung gegen den Krystallgranit ersichtlich. Die Fältelung des Gesteines ist sehr ausgeprägt; die gebänderte Struktur desselben läßt einen Wechsel von amphibolreichen mit nahezu amphibolfreien, fast nur aus Feldspat und geringen Mengen Quarz bestehenden dünnen Lagen erkennen.

Die mikroskopische Untersuchung des relativ wenig zersetzten Amphibolits ließ zierliche, olivgrüne, oft durchsichtige Hornblendeprismen und -nädelchen mit nicht sehr kräftigem Pleochlorismus erkennen, welche häufig von Limonitfetzen umgeben sind. Feldspat ist stets auf bestimmte Lagen beschränkt; Glimmer konnte in nur geringen Mengen nachgewiesen werden. Von accessorischen Mineralien wären Titanit und Magneteisen zu nennen. Häufig zeigt sich ein schichtenweiser Wechsel von Hornblendeleistchen und Quarzkörnchen.

Die chemische Analyse des relativ frischen Amphibolits ergab folgende Zahlen:

SiO_2	47,081
Al_2O_3	11,792
Fe_2O_3	9,612
FeO	8,721
MnO	Spur
CaO	10,437
MgO	2,838
K_2O	2,441
Na_2O	3,039
$100^0: H_2O$	1,624
Glühverlust	3,714
	101,299

Das nächste Stadium des Zersetzungsprozesses bilden jene chromgrünen Zonen, welche wohl der Hauptsache nach aus dem als Nontronit bezeichneten Eisenkaolin bestehen. Eine Analyse von möglichst lufttrockenem Material ergab:

SiO_2	45,800
Al_2O_3	6,521
Fe_2O_3	18,034
FeO	6,132
MnO	1,521
CaO	4,625
MgO	1,757
K_2O	1,169
Na_2O	1,392
$100^0: H_2O$	9,900
Glühverlust	3,950
	100,801

Heiße Salzsäure hinterließ nach längerer Einwirkung und Entfernung der gallertigen Kieselsäure durch KOH 21,15% Rückstand, welcher der mikroskopischen Untersuchung zufolge aus unzersetzter Hornblende, wenig Glimmer, Magnetit und Quarz zusammengesetzt war.

Die erheblichen Kalkmengen dürften vor Allem auf die Hornblendereste zurückzuführen sein; auch dürfte der Mangangehalt als färbendes Prinzip eine gewisse Rolle spielen.

Eine Analyse der grünlichgelben Zersetzungsprodukte, die, wie auch die eben geschilderten Nontronitmassen, nach dem Glühen schwarze Farbe annehmen, ergab folgende Zusammensetzung:

SiO_2	54,050
Al_2O_3	12,042
Fe_2O_3	5,126
FeO	3,707
MnO	0,750
CaO	10,062
MgO	1,959
K_2O	0,451
Na_2O	0,834
100^0: H_2O	8,050
Glühverlust	3,650
	100,681

Der Umstand, daß diese Zersetzungsprodukte gerade an der Grenze zwischen den Nontronit- und Kaolinbändern erscheinen, legt die Vermutung nahe, daß neben der Hornblende auch ein Natronkalkfeldspat das Ausgangsmineral für die Bildung jener nunmehr grünlichgelben Zone bildete. Im Einklange mit der optischen Untersuchung eines Schlämmrückstandes dürfte deshalb eine Mischung von Kaolin, Nontronit, Quarz, Plagioklasen und Resten von Hornblende neben Glimmer vorliegen.

Die Analyse des crêmefarbigen, fast weißen Zersetzungsproduktes, welches ganz den Charakter eines eisenhaltigen Kaolins zeigt, ergab nachstehende Zahlen:

SiO_2	50,100
Al_2O_3	25,494
Fe_2O_3	1,993
FeO	1,506
MnO	0,500
CaO	8,937
MgO	0,743
K_2O	0,326
Na_2O	0,769
100^0: H_2O	4,051
Glühverlust	5,849
	100,268

Solche Zersetzungsprodukte von schieferigen Amphiboliten finden sich vielfach an anderen Orten des Fichtelgebirges; ihre Entstehung ist durch den reichen Eisengehalt ihrer Hornblenden bedingt. Meist macht sich die beginnende Verwitterung jener Gesteine durch rostfarbige Ueberzüge infolge einer Anhäufung

von Limonit zuerst bemerklich; im weiteren Verlaufe können sich dann nontronitähnliche Körper bilden.

Als bekanntestes Vorkommen dürfte wohl jenes aus der sog. „Schwefelgasse“ bei Ebnath genannt werden, wo nach Gümbel[1]) Hornblende einem dünngeschichteten, in wechselnden Lagen bald mehr „thonigen“, bald mehr „feldspatigen“ Schiefer beigemengt vorkommt und Veranlassung zur Bildung von gelblichgrünem Nontronit gab. Nachstehend führe ich einige Analysen von Nontronitvorkommnissen a. a. O. an, um einen Vergleich dieser Umwandlungsprodukte mit denjenigen des Strehlerberges ziehen zu können.

I. Nontronit von Ebnath, Kobell. Gümbel, Ostb. Grenzgeb. pag. 357.
II. desgl. von Tirschenreuth. Müller. Ebenda.
III. desgl. desgl. Uricoechea. Ebenda und Corresp.-Bl. d. Zool. mineral. Vereins zu Regensburg 1853. VII, p. 31.
IV. desgl. von Markt Redwitz. Stadlinger.
V. desgl. von Nontron. Berthier, Ann. Ch. Ph. V, 35.92.

	Ebnath	Tirschenreuth		Redwitz	Nontron
	I	II	III	IV	V
SiO_2	43,98	47,20	47,59	45,800	44,00
Al_2O_3	2,69	7,15	42,49	6,521	3,60
Fe_2O_3	32,38	35,75		18,034	29,00
FeO	—	—	—	6,132	—
MnO	—	—	—	1,521	—
CaO	—	—	—	4,625	—
MgO	0,97	—	—	1,757	2,10
K_2O	—	—	—	1,169	—
Na_2O	—	—	—	1,392	—
100°: H_2O	19,97	9,80	9,87	9,900	18,70
Glühverlust				3,950	
	99,99	99,90	99,95	100,801	97,40

Leider fehlen in obigen Analysen die Trennungen von FeO und Fe_2O_3. Neuerdings hat Weinschenk[2]) die Nontronitvorkommnisse des Passauer Graphitdistriktes zum Gegenstand ein-

[1]) Ostbayer. Grenzgeb. p. 406, 357.
[2]) Groth's Ztschr. Bd. 28, p. 134 ff.

gehender Untersuchungen gemacht und dabei die Rolle zu erkennen geglaubt, welche der nahe Granit bei der Entstehung dieses Umwandlungsproduktes spielte. Die Genesis der Passauer Nontronite führt genannter Autor auf großartige Oxydationsvorgänge von seiten des emporgedrungenen, granitischen Magmas zurück; bezüglich der Redwitzer Vorkommnisse kann ich mich jedoch nicht zur Annahme irgend einer aktiven Beteiligung des Granites bei der Zersetzung des Amphibolits entschließen. Allem Anscheine nach sind von den am Strehlerberg erschlossenen Tertiär- und Diluvialablagerungen Sickerwässer in den granitischen bezw. amphibolitischen Untergrund gedrungen und haben eine solch' tiefgreifende Zersetzung des letzteren herbeigeführt. Aehnlich, wie bei der Miedelmühle, bezeichnet auch hier ein Erosionsthal den Lauf der Gewässer, welche jene zersetzenden Einflüsse ausübten; sämtliches Gestein, welches die heutige Thalsohle ausfüllt, ist mit wenigen Ausnahmen[1]) bis zu großer Tiefe völlig verwittert. Es ist möglich, ja wahrscheinlich, daß dieser Zersetzungsprozeß durch die in den Tertiärstraten stattgefundene Anreicherung von Kohlensäure, auf welche bereits früher hingewiesen wurde, eine wesentliche Förderung fand.

---

[1]) Unzersetzt blieben die körnigen Kalke sowie einige entfernter liegende Blöcke eines durch Granit kontaktmetamorphisch veränderten Kalksteines, welche isoliert an der Gabelung der Bahnlinien Hof und Eger im Einschnitte der letzteren unweit des Pfarrweihers anstehen. Aeußerlich läßt jenes Gestein einen bänderartigen Wechsel von stark gefalteten schwarzen bis grünen neben weißen Schichten erkennen. Im Dünnschliffe erweisen sich die schwarzen Bänder aus Glimmer, die grünen aus Augiten, die weißen Flächen aus Quarzen zusammengesetzt; charakteristisch ist jene ausgesprochene Kontaktstruktur, welche sich in einer gleichmäßigen Orientierung zahlreicher Körnchen äußert. Außer diesen zonenweise gruppierten Hauptbestandteilen konnte ich noch Zoisit, Titanit und Magnetit in wechselnden Mengen nachweisen. Unter Vorbehalt weiterer Untersuchungen möchte ich jenes Kontaktgestein vorläufig als Augitglimmerhornfels unter die Gruppe der Malakolithfelse reihen. Nur der Umstand, daß beide Felsen außer dem Bereiche des erwähnten Erosionsthales liegen, hatte ihre Konservierung zur Folge; denn entsprechend den Aufschlüssen und Bohrversuchen am Baugrunde der Chamottefabrik zeigt sich der gleiche Augitglimmerhornfels, welcher die Sohle des Erosionsthales bildet, in 20 Meter Tiefe noch zu thonigem Material verwittert.

Über den Einfluss der Temperatur auf das Potentialgefälle in verdünnten Gasen.

Von G. C. Schmidt.

§ 1. Einleitung. Die Verteilung des Energieverbrauches in verdünnten, von elektrischen Strömen durchflossenen Gasen bei gewöhnlicher Temperatur ist vielfach untersucht worden, sei es durch Messung der an verschiedenen Stellen abgegebenen Wärmemengen, sei es durch Ermittelung des Potentialgefälles. Dadurch dürften im wesentlichen die in den einzelnen Fällen maßgebenden Größen bestimmt sein. Dagegen fehlt es noch fast vollständig an Messungen in Gasen bei höheren und tieferen Temperaturen. Die einzigen, mir bekannten hierhin gehörigen Messungen rühren von M. Pandolfi [1]) her. Derselbe bestimmte aber nur die Abhängigkeit des gesamten Entladungspotentials zwischen den Elektroden bei den Temperaturen zwischen 20° und 110°. Ein tieferer Einblick in die Erscheinungen läßt sich aber allein durch Beobachtungen in den einzelnen Teilen der Entladung gewinnen.

Die Untersuchung der erwärmten Gase bot noch aus anderen Gründen ein besonderes Interesse. Wie von E. Wiedemann und mir [2]) nachgewiesen, vermögen durch den Strom erregte elektroluminescierende Gase elektrische Schwingungen zu absorbieren, während der dunkle Kathodenraum sie ungehindert hindurchläßt. Der letztere verhält sich also hierin wie ein Nichtleiter. Dieses Ergebnis ist durch die Versuche von Herrn A. Wehnelt [3]), der nachwies, daß, wenn man eine Entladung durch den dunklen

1) M. Pandolfi, Novo Cim. 5 p. 85—110. 1897. Beibl. 21 p. 778 bis 779, 1897.

2) E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. 62 p. 460, 1897.

3) A. Wehnelt. Diss. Erlangen 1898. Wied. Ann. 65 p. 511, 1898.

Raum erzwingt, die Entladung einen disruptiven Charakter, wie in Paraffinöl, annimmt, bestätigt worden. Wir haben somit in jeder Entladungsröhre zwei Teile scharf zu trennen, nämlich 1. die leitende positive Säule und 2. den nichtleitenden dunklen Raum[1]). Aus Versuchen von Herrn W. Hittorf[2]) geht nun hervor, daß bereits mit 15 Chromsäureelementen noch ein starker leuchtender Durchgang der Entladung durch verdünnte Luft erzielt werden kann, wenn als Kathode eine weißglühende Kohle benutzt wird, für dunkle Entladungen genügen bereits weit geringere Spannungen. Hält man dies Ergebnis mit dem obigen zusammen, so liegt der Gedanke nahe, daß die Gase nach der Jonisation Leiter der Elektrizität sind, und daß nur ein eigentümliches Hindernis an der Kathode, welches durch Erhitzung, ultraviolettes Licht u. s. w. beseitigt werden kann, unter gewöhnlichen Umständen den Durchgang des Stroms hindert. Ist dieser Gedanke richtig, dann muß es gelingen, durch starke Erhitzung auch den dunklen Kathodenraum zu einem Leiter zu machen und dadurch alle Erscheinungen wesentlich zu vereinfachen.

Um die hier obwaltenden Beziehungen aufzuklären, wurden eine große Reihe von Messungen, und zwar

1. über den Potentialgradienten im positiven Licht, 2. über das Kathodengefälle, 3. über den Potentialgradienten bei der dunklen Entladung und 4. über die Gesamtpotentialdifferenz bei verschiedenen Temperaturen ausgeführt.

§ 3. Versuchsanordnung: Die Methode der Messung war die von Warren de la Rue und Müller[3]), Hittorf[4]), Warburg[5]) u. A. benutzte; in die von einem konstanten Strom durchflossene Gasstrecke waren mehrere Platindrähte als Sonden eingesenkt. Die Potentialdifferenz zwischen den Sonden wurde mittels eines modifizierten Warburg'schen Elektrometers[6]) gemessen. Als Stromquelle diente eine Batterie von 1000 Akku-

1) E. Wiedemann u. A. Wehnelt, Sitzungsber. Physico-medica 1898.

2) W. Hittorf, Wied. Ann. **21** p. 135, 1884.

3) Warren de la Rue und Müller, Phil. Trans. 169 p. 165, 1873.

4) W. Hittorf, Wied. Ann. **20** p. 712, 1883.

5) E. Warburg, Wied. Ann. **40** p. 1, 1890; siehe auch A. Herz, Wied. Ann. 54 p. 244, 1865.

6) E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. **66** p. 316, 1898.

mulatoren. In den Stromkreis waren Hittorf'sche Jodcadmiumwiderstände und ein Telephon zur Beurteilung der Kontinuierlichkeit des Stroms, sowie ein Spiegelgalvanometer eingeschaltet. Zum Erwärmen der Entladungsröhre diente ein gut mit Asbest ausgefütterter eiserner Kasten. Aus demselben ragten nur die beiden Enden mit den Elektroden und die Quecksilbernäpfchen, in welche die oberen Enden der Sonden tauchten, heraus. Ein Glimmerfenster erlaubte die Erscheinungen in der Entladungsröhre zu verfolgen. Die Temperaturen wurden an einem im Kasten befindlichen Thermometer abgelesen; Messungen wurden erst angestellt, wenn die Temperatur einige Zeit bis auf 1—2° konstant blieb.

Die Untersuchung blieb auf Stickstoff beschränkt. Zur Darstellung desselben wurde eine Lösung von Ammoniumnitrit durch Erhitzen zersetzt und das sich entwickelnde Gas in einem Glasgasometer aufgefangen. Um Spuren von Kohlensäure, Sauerstoff und den Wasserdampf zu entfernen, wurde es durch Kalilauge, Pyrogallussäure und schließlich über Chlorcalcium und Phosphorpentoxyd geleitet.

Die zu untersuchende Entladungsröhre wurde mehrere Male abwechselnd ausgepumpt und mit Stickstoff gefüllt, während sie gleichzeitig circa 6 Stunden auf ungefähr 300° erhitzt wurde, um möglichst allen Wasserdampf von den Wänden zu entfernen. Die letztere Vorsichtsmaßregel war wichtig, da es nur so gelang, übereinstimmende Resultate zu erhalten. Die Pumpe enthielt gefettete Hähne und Schliffe, so daß im Lauf der Zeit durch Verdampfen der Kohlenwasserstoffe kleine Verunreinigungen im Stickstoff auftraten.

Die Versuche wurden teils bei konstantem Druck, teils bei konstanter Dichte des Gases angestellt. Zu dem letzteren Zweck war möglichst nahe an der Entladungsröhre ein Kapillarhahn angebracht; war derselbe geschlossen, so blieb die Gasdichte konstant, wurde er geöffnet und dadurch die Verbindung zwischen der Entladungsröhre und den großen Gefäßen der Pumpe hergestellt, so blieb der Druck während des Erhitzens nahezu unverändert.

§ 3. Änderung der Spektralerscheinungen bei sehr großen Stromstärken, wobei auch die Temperatur des Gases stark steigt. Es wurde bei gewöhnlicher

Temperatur ein konstanter Strom durch die Entladungsröhre bei einem solchen Druck geschickt, dass eine ungeschichtete Entladung auftrat. Die Kathode war mit bläulichem Licht bedeckt, das positive Licht sah rot aus und zeigte die bekannten Stickstoffbanden. Wurde die Stromstärke stark gesteigert, so nahm das rote positive Licht eine prachtvoll orange Farbe an. Der Charakter des Spektrums änderte sich nicht wesentlich; im letzteren Fall war nur das gelbe Band bedeutend intensiver, doch blieb selbst bei den größten angewandten Stromstärken die Kannellierung erhalten. Messungen über den Potentialgradienten im orangefarbenen Licht waren leider nicht möglich, da die Kathode außerordentlich rasch zerstäubte und die Entladungsröhre sehr heiß wurde.

Diese wohl noch nicht beschriebene Erscheinung entspricht nicht der bisher beim Stickstoff sonst beobachteten Thatsache, dass Steigerung der Stromdichte die violetten Teile des Spektrums besonders stark anregt. Schaltet man vor die Entladungsröhre eine Funkenstrecke und steigert man dadurch die Stromdichte, so wird das vorher rote Spektrum blau. In den engen Teilen einer Geißler'schen Röhre leuchtet der Stickstoff blau, in den weiten rot. Das eben beschriebene Resultat zeigt indes, daß hierbei nicht die Stromdichte das Maßgebende ist, sondern daß wir es wahrscheinlich mit einer ganz anderen Form der Anregung zu thun haben. Daß durch letztere die Spektren völlig verändert werden können, zeigt sich besonders schön bei vielen Metalldämpfen [1]).

§ 4. Änderung der Erscheinungen im positiven Licht beim Erhitzen. Wir beschreiben jetzt die Veränderungen, welche eine Erhitzung bis zu 300° C. in den Entladungsröhren hervorruft, und zwar bei konstanter Dichte, aber veränderlichem Druck.

Bei gewöhnlicher Temperatur füllt das rote Licht beinahe die ganze Röhre aus; der dunkle Trennungsraum trennt dasselbe von dem violetten Kathodenlicht, welches bei einem bestimmten Druck die Kathode nur halb bedeckt. Beim Erhitzen bis 130° zog sich das positive Licht zurück, der dunkle Raum wurde

---

1) E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Sitzungsber. der physikal. med. Societät. Erlangen 1898.

größer und das rote positive Licht zerfiel in einzelne Schichten, die sich an die Sonden anlegten. Dieselben waren schlecht ausgebildet und waren von einander durch dunkle Räume getrennt. Bei Steigerung der Stromstärke wurden die Schichten intensiver und größer. Wurde noch weiter erhitzt, so wurde die ganze Röhre dunkel, nur an der Anode und Kathode befanden sich noch kleine Lichtfünkchen. Die Erscheinung hatte das Aussehen, wie wenn bei sehr hohen Drucken die Entladung eben durch die Röhre zu gehen beginnt. Bei engen Röhren treten die Veränderungen erst bei höheren Temperaturen auf als bei weiten, und sind die Schichten viel besser ausgebildet. Offenbar spielt hierbei die Stromdichte eine Rolle. Vielfach bildeten sich auch Schichten zwischen den Sonden aus.

Ganz ähnliche Erscheinungen treten bei konstantem Druck auf.

Aus den Beobachtungen ergibt sich somit: Sowohl bei konstantem Druck, als auch bei konstanter Gasdichte zerfällt bei gesteigerter Temperatur das ungeschichtete positive Licht in Schichten, die durch Steigerung der Stromstärke größer, verwaschener und heller werden [1]). Bei noch höheren Temperaturen zieht sich das positive Licht nach der Anode hin zurück, so daß schließlich die Entladung eine dunkle wird.

Daß diese letztere Erscheinung nicht davon herrührt, daß bei diesen hohen Temperaturen die Gase nicht mehr zu leuchten vermögen, geht deutlich daraus hervor, daß, sobald man eine Funkenstrecke vor die Entladungsröhre schaltet, die ganze Röhre schön leuchtet [2]).

---

1) Siehe W. Hittorf, Wied. Ann. 21 p. 113, 1884.

2) Eine andere Ansicht scheint Herr W. Hittorf (Wied. Ann. 19 p. 14, 1883) zu haben, da derselbe schreibt: „Durch besondere Versuche habe ich mich auch überzeugt, dass alle Gase, welche diese hohen Wärmezustände angenommen haben, gute Leiter der Elektrizität bei der schwächsten Spannungsdifferenz sind, und daß sie beim Durchgange des Stromes nicht mehr Spektra der ersten Ordnung geben. Es ist hier die Temperatur erreicht, in welcher diese von Plücker und mir beschriebenen Spektra unmöglich werden.“ Hätte Herr Hittorf eine Funkenstrecke vor seine Entladungsröhre geschaltet, so hätten wahrscheinlich auch seine Gase geleuchtet. Das Verschwinden des roten

§ 5. **Änderungen der Erscheinungen an der Kathode beim Erhitzen.** Sehr auffällige Veränderungen zeigt das Glimmlicht, wenn man bei konstantem Druck erwärmt.

Bekanntlich wächst bei konstanter Temperatur mit wachsender Stromstärke die Länge des Glimmlichts, während seine Dicke so lange ungeändert bleibt, als der Draht noch nicht ganz mit Glimmlicht bedeckt ist, und solange bleibt auch, wie Herr W. Hittorf[1]) zuerst und später Herr Warburg[2]) gezeigt haben, das Kathodengefälle ungeändert. Hat das Glimmlicht sich über die ganze Kathode verbreitet, so wächst bei weiter gesteigerter Stromesintensität die Dicke des Glimmlichts und gleichzeitig das Kathodengefälle. Mit zunehmendem Druck wird das Glimmlicht kleiner und bedeckt schließlich die Kathode nur an der Spitze.

Erhöhung der Temperatur bewirkt nun genau dasselbe wie Erhöhung der Stromstärke. Bei konstanter Gasdichte, also wenn der Druck zunimmt infolge der Erwärmung, kann unter besonders günstigen Umständen die Zunahme des Drucks den Temperatureinfluß kompensieren, so daß größere Veränderungen nicht wahrzunehmen sind. Bei konstantem Druck wächst das Glimmlicht stets bei Erhöhung der Temperatur, selbst, wenn die Stromstärke ungeändert bleibt, und bedeckt schließlich die ganze Kathode. zugleich flutet es weiter vom Draht ab.

Dies wurde noch durch Versuche bestätigt, bei denen die Kathode durch einen elektrischen Strom erhitzt wurde. An eine Kugel von 7 cm Durchmesser waren 4 Röhren angeschmolzen. In die eine war die Anode A eingekittet, in die andere die Kathode K, welche in ihrem unteren Ende aus einem dünnen Platiniridiumdraht bestand, der durch einen angelöteten Kupferstab straff gespannt war. Der letztere tauchte in Quecksilber, welches mit der Erde in Verbindung stand. Die Anode führte zu dem einen Pol einer 20-plattigen Influenzmaschine, deren anderer Pol ebenfalls mit der Erde in Verbindung stand. Sobald nun

---

positiven Lichts rührt nicht daher, daß die Gase nicht mehr zu leuchten vermögen, sondern daß die Form der Entladung eine andere geworden ist. Eine definitive Entscheidung, ob diese letztere Ansicht die richtige ist, sollen spätere Versuche geben.

1) W. Hittorf l. c.

2) E. Warburg, Wied. Ann. **31** p. 545, 1887.

durch eine besondere Batterie, deren eines Ende zur Erde abgeleitet war, der Kathodendraht erwärmt wurde, wurde das Glimmlicht länger und breiter. Über die erhaltenen Resultate gibt die folgende Tabelle Auskunft. In der nachfolgenden Tabelle bedeuten p den Druck im mm, T die Temperatur des Drahtes, L die Länge des Glimmlichts und R.Gl. schwache Rotglut.

Tabelle I.

p	T	L	p	T	L
115	20° C.	13 mm	17	20° C.	29 mm
"	R.-Gl.	16 "	"	R.-Gl.	45 "
38	20° C.	17 "	6	20° C.	35 "
"	R.-Gl.	21 "	"	R.-Gl.	50 "
26	20° C.	22 "	3	20° C.	40 "
"	R.-Gl.	30 "	"	R.-Gl.	65 "

Aus den Versuchen ergibt sich: Eine Steigerung der Temperatur der Kathode bewirkt, daß das Glimmlicht sich weiter ausdehnt, und zwar um so mehr, je geringer der Druck ist. Die Steigerung der Temperatur hat also denselben Einfluß wie Steigerung der Stromesintensität.

§ 6. Änderungen des Potentialgradienten bei cyclischen Veränderungen der Temperatur. Ist der Stickstoff sorgfältig gereinigt, so bleibt der Gradient auch bei geschlossenem Strom längere Zeit konstant. Zum Belege hierfür möge folgende Tabelle dienen, in welcher p den Druck des Gases in mm Quecksilber, i die Stromstärke in Ampère, L die Entfernung zwischen den beiden Elektroden, n die Nummer der Sonde von der Anode an gerechnet, V die Potentialdifferenz zwischen den beiden Sonden, G den entsprechenden Potentialgradienten und Π die Gesamtpotentialdifferenz zwischen den Elektroden bedeuten. Die benützte Röhre enthielt 5 Sonden, die beiden Elektroden waren 3,5 cm lange und 1 mm dicke Platindrähte. Die letzte (5.) Sonde befand sich im dunklen Raum.

Tabelle II.

R. = 4,4 cm. L = 20,5 cm. i = 0,00022 A. p = 1,95 mm. T = 16° C.

Gleich nach Stromschluß				Nach 1 Stunde Stromdurchgang			
n	V	G	II	n	V	G	II
1,2	147,5	39,9	770 Volt	1,2	147,4	39,9	770 Volt
2,3	167,6	39,7	"	2,3	166,6	39,5	"
3,4	169,6	38,6	"	3,4	169,6	38,6	"
4,5	133,5	26,7	"	4,5	133,5	26,7	"

Die Röhre wurde nun drei Stunden auf 300° C erbitzt und nach dem Abkühlen wiederum der Potentialgradient gemessen. Es ergab sich:

Tabelle III.

n	V	G	II
1,2	138,1	37,3	720 Volt
2,3	157,2	37,3	"
3,4	161,0	36,6	"
4,5	107,7	21,6	"

Wie aus den Tabellen II und III hervorgeht, entspricht bei cyclischer Veränderung der Temperatur bei gleichen Stromstärken nicht mehr der gleiche Wert des Gradienten. Die Erklärung hierfür dürfte darin zu suchen sein, dass im Lauf der Zeit namentlich beim Erhitzen sich noch Wasserdampf von den Wandungen des Entladungsrohres entwickelt und von den eingefetteten Hähnen sich Kohlenwasserstoffe frei machen. Ganz wird sich dieser Fehler niemals eliminieren lassen. In den folgenden Tabellen habe ich nur solche Beobachtungsreihen berücksichtigt, bei denen das Gesamtpotential nach dem Erhitzen bis auf 2% mit dem vor dem Erhitzen übereinstimmte [1]).

§ 7. **Änderungen des Potentialgradienten im positiven Licht mit der Stromstärke bei höheren Tem-**

1) Auch Herr A. Herz (Wied. Ann. 54 p. 252, 1895) erwähnt, daß selbst das sorgfältigst gereinigte Gas in den Apparaten mit der Zeit durch Loslösung gasförmiger Bestandteile, sei es von den Rohrwandungen, sei es von den Elektroden, verunreinigt wird.

peraturen. Von Herrn A. Herz[1]) ist nachgewiesen, daß der Gradient im positiven ungeschichteten Licht mit wachsender Stromstärke abnimmt, und zwar geradlinig, ein Ergebnis, welches Herr E. Wiedemann und ich[2]) bestätigt haben. Um zu sehen, ob dieser Satz auch bei höheren Temperaturen gilt, wurden mit verschiedenen Röhren und bei verschiedenen Drucken diesbezügliche Versuche angestellt. Über die erhaltenen Resultate gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Tabelle IV.

$2R = 4{,}4$ cm. $L = 20{,}5$. $p = 0{,}92$ mm.

Ungeschichtet. T = 14° C.				Ungeschichtet. T = 48° C.			
i	V	G	II	i	V	G	II
1,42.10-⁴A.	107,4	29,0	640 V.	1,64.10-⁴A.	98,7	26,9	600 V.
3,03	104,7	28,3	640	2,13	98,6	26,7	600
4,64	102,8	27,8	660	4,14	95,3	25,8	620
5,86	100,2	27,1	690	5,1	93,2	25,2	630
11,10	96,0	25,9	950	9,98*	91,0	24,6	810

Ungeschichtet. T = 72° C.				Schichten (wenig intensiv). T = 128° C.			
i	V	G	II	i	V	G	II
1,97.10-⁴A.	90,4	24,4	580 V.	2,08.10-⁴A.	41,9	11,4	460 V.
2,92	86,9	23,5	580	2,80	38,1	10,3	470
4,26	85,1	23,0	600	4,17	36,6	9,9	490
6,35	82,6	22,3	670	6,17	36,6	9,9	540
9,32*	86,9	23,5	760	9,32	41,9	11,3	620

Bei der ersten Beobachtungsröhre nimmt der Gradient mit der Stromstärke ab, und zwar gradlinig, so daß wir mit Herz setzen können

$$v = v_0 - b\,(i - i_0),$$

wo v_0 den Gradienten für $i = i_0$ und b eine von i unabhängige Grösse bedeutet, nämlich die Abnahme des Gradienten für die

1) A. Herz, Wied. Ann. 54 p. 249, 1895.

2) E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. 66 p. 316, 1898.

Zunahme 1 der Stromstärke, das ist für 1 Milliampère Stromzunahme.

Bei der zweiten und dritten Beobachtungsreihe nimmt der Gradient ebenfalls ab, und zwar wie früher zunächst gradlinig und parallel mit der ersten Geraden, d. h. b ist bei allen drei Beobachtungsreihen gleich groß, also unabhängig von der Temperatur, während v_0 mit der Temperatur abnimmt. Nur der letzte, mit einem * versehene Wert fällt vollständig heraus.

Dies konnte entweder daher rühren, daß die Kathode sich vollständig mit Licht bedeckt hatte, wodurch ihr Entladungspotential und hiedurch auch der Gradient im positiven Licht größer geworden war, oder daß schon Schichtung eingetreten war, die aber dann so verwaschen sein mußte (vgl. § 4), daß sie als solche nicht zu erkennen war. Thatsächlich lagerte sich an den Sonden intensiveres Licht an; da aber zwischen denselben noch eine Lichtbrücke sich ausspannte, so erschien die Entladung bei oberflächlicher Betrachtung eher als eine ungegeschichtete, als eine geschichtete.

Um die erstere Annahme zu prüfen, wurde mit einem Rohr, dessen Kathode nur wenig über eine Glasröhre hinausragte und infolgedessen schon bei verhältnismäßig geringen Stromstärken vollständig mit Licht bedeckt war, eine Reihe von Messungen über das Kathodenpotential und den Gradienten im positiven Licht angestellt. Über die Resultate gibt die folgende Tabelle Auskunft. i bedeutet in derselben die Stromstärke, G der Gradient im positiven Licht und K das Kathodenpotential.

Tabelle V.

R = 4,4 cm. L = 20,5 cm. p = 1,34 mm. T = 48° C.

i	G	K	i	G	K
0,000164 A.	45,5	180 Volt	0,00109 A.	42,5	240 Volt
186	45,3	190	140	41,3	270
302	44,6	210	240	38,6	280

Trotzdem aber das Kathodengefälle mit steigender Stromstärke zunimmt, nimmt der Gradient im positiven ungeschichteten Licht mit wachsender Stromstärke ab, und zwar grad-

linig ab. Der Gradient in der positiven leuchtenden Säule ist also unabhängig von dem Kathodengefälle.

Es bleibt somit nur die zweite Erklärung für die obenerwähnte Erscheinung übrig; daß thatsächlich bei geschichteter Entladung die obige gradlinige Beziehung zwischen Stromstärke und Gradient nicht mehr gilt, davon habe ich mich durch eine Reihe von Messungen bei verschiedenen Temperaturen überzeugt. Sobald eine Entladung geschichtet oder dunkel ist, steigt im allgemeinen der Gradient mit wachsender Stromstärke. Es rührt dies daher, daß mit wachsender Stromstärke die Schichten, also die Orte des größten Energieverbrauchs, breiter und verwaschener wurden, eventuell auch neue Schichten auftreten, während die dunklen Räume zwischen ihnen sich zusammenziehen. Für diesen Fall ergibt sich keine einfache Beziehung zwischen Stromstärke und Gradient, wie zu erwarten war, da die Erscheinungen sich ändern. Ich beschränke mich daher darauf als Beleg für den obigen Satz die folgenden beiden Beobachtungsreihen mitzuteilen.

Tabelle VI.

L = 19 cm. D = 3 cm. p = 2,89 mm. T = 106° C. Geschichtet.

i	G	i	G	i	G
0,00038 A.	18,7	0,00053 A.	23,4	0,00166 A.	40,7
46	21,3	66	30,3	246	43,7

L = 19 cm. D = 3 cm. p = 5,4 mm. T = 330° C. Dunkel.

i	G
0,00046 A.	16,2
0,00091	19,2
0,00284	27,6

Bei anderen Drucken ergab sich das Nämliche wie oben; b nimmt mit abnehmendem Gasdruck etwas ab[1]), ist aber auch hier unabhängig von der Temperatur. Entladungsröhren von anderem Durchmesser zeigten dasselbe Verhalten, nur ergab sich eine bedeutende Abnahme von b mit zunehmendem Röhrenhalbmesser[2]).

1) A. Herz, Wied. Ann. **54** p. 350, 1895.

2) Th. Homen, Wied. Ann. **28** p. 201, 1889.

§ 8. **Änderung des Potentialgradienten mit der Temperatur im positiven ungeschichteten Licht bei konstanter Gasdichte.** Es wurden mit verschiedenen Röhren eine Anzahl von Messungen über den Potentialgradienten im positiven, ungeschichteten Licht bei geschlossenem Hahn, also bei konstanter Gasdichte angestellt. Über die erhaltenen Resultate gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Tabelle VII.

2R = 4,4 cm. L = 20,5 cm. p = 1,48 mm [1]).

T	i	V	G	II
10° C.	0,00034 A.	155,6	42,1	790 V.
36	„ „	155,5	42,1	780
60	„ „	155,8	42,2	770
74	„ „	155,6	42,1	760

2R = 4,4 cm. L = 20,5 cm. p = 3,06 mm.

T	i	V	G	II
13° C.	0,00034 A.	262,6	71,0	1010 V.
35	„ „	261,0	70,9	990
54	„ „	262,8	71,0	940
73	„ „	262,5	71,0	830

2R = 2,2 cm. L = 17 cm. p = 2,42 mm.

T	i	V	G	II
12° C.	0,00088 A.	107,5	59,7	1010 V.
65	„ „	109,2	60,7	960
90	„ „	109,0	60,6	920
145	„ „	103,9	57,7	820
180	„ „	108,5	60,3	830

Aus der Tabelle läßt sich entnehmen: **Der Gradient im positiven, ungeschichteten Licht ist bei konstanter Gasdichte unabhängig von der Temperatur.**

1) p ist der bei Beginn des Versuches, also bei 10° C., abgelesene Druck. Dasselbe gilt von den beiden anderen Beobachtungsreihen. Natürlich nahm beim Erhitzen der Druck zu.

Messungen mit anderen Entladungsröhren ergaben dasselbe Resultat. Höhere Temperaturen als die in der Tabelle angegebenen konnten leider nicht verwendet werden, da die ungeschichtete Entladung in Schichten zerfiel und bei noch höheren Temperaturen sich in eine dunkle umwandelte.

§ 9. Änderung des Potentialgradienten mit der Temperatur im positiven ungeschichteten Licht bei konstantem Druck. Aus Versuchen von den Herren Th. Homen[1]) und A. Herz geht hervor, daß der Gradient im positiven ungeschichteten Licht mit zunehmendem Druck zunimmt, aber langsamer, als der Druck wächst. Hält man dies Ergebnis mit dem eben gefundenen zusammen, daß der Gradient bei konstanter Gasdichte unabhängig von der Temperatur ist, so war zu erwarten, daß *beim Erwärmen unter konstantem Druck der Gradient abnehmen würde, und zwar langsamer als die Gasdichte. Die Versuche, von denen ich nur einige wenige anführe, bestätigten dies.*

Tabelle VIII.

2 R = 4,4 cm. L = 20,5 cm. p = 1,48 mm.

T	i	V	G	Π
10° C.	0,00034 A.	155,6	42,1	790
25	„	151,2	40,8	770
46	„	147,0	39,8	740

2 R = 4,4 cm. L = 20,5 cm. p = 3,06 mm.

T	i	V	G	Π
13° C.	0,00029 A.	271,5	73,2	1030
43	„	253,5	68,6	910
76	„	242,1	65,5	780

2 R = 2,2 cm. L = 17 cm. p = 2,42 mm.

T	i	V	G	Π
12° C.	0,00088 A.	107,5	59,7	1010
38	„	105,0	58,6	930
61	„	103,8	57,7	870

1) Th. Homen, Wied. Ann. **20** p. 743, 1883.

§ 10. **Einfluß der Temperatur auf das Kathodenpotential.** Von W. Hittorf[1]) ist nachgewiesen, daß das negative Glimmlicht bei der Zunahme der Stromstärke sich stetig über eine gewisse Fläche der Kathode ausbreitet. Solange ihm dies möglich ist, bleibt seine Dicke wie seine Spannungsdifferenz so gut wie unverändert. Sobald jedoch die ganze Kathode damit bedeckt ist, flutet es mit wachsender Stromstärke geradlinig weiter, und gleichzeitig steigt seine Spannungsdifferenz.

Um das Verhalten des Glimmlichts, falls die Kathode nicht ganz bedeckt ist, bei höheren Temperaturen zu untersuchen, wurde in eine 30 cm lange und 5 cm dicke Röhre eine Aluminiumkathode von 15 cm Länge und 2 mm Durchmesser eingekittet. Die Röhre wurde in dem eisernen Kasten erwärmt und die Beziehung zwischen Stromstärke und Kathodenpotential bei verschiedenen Temperaturen gemessen. Es ergab sich:

Tabelle IX.

p = 5 mm.

T	i	Kathodenp.	II
14° C.	0,00018	234,4	370
	0,00032	234,4	370
	0,0018	230,1	390
	0,0022	231,5	430
83° C.	0,00020	227,6	320
	0,00032	229,4	320
	0,0018	234,4	380
	0,0022	234,4	410
150° C.	0,00020	230,1	290
	0,00032	234,3	290
	0,0018	234,4	300
	0,0022	231,4	310

Die Kathode war selbst bei den größten Stromstärken höchstens ungefähr zur Hälfte mit Glimmlicht bedeckt. Das Kathodengefälle von 234 Volt stimmt gut mit der von Herrn Warburg[2]) für Platinkathoden gefundenen Zahl von 232 Volt überein. Aus der Tabelle geht hervor: Das Kathoden-

1) W. Hittorf, Wied. Ann. **20** p. 743, 1883.
2) E. Warburg, Wied. Ann. **40** p. 9, 1840.

gefälle ist unabhängig von der Temperatur. Bei noch höheren Temperaturen (bis 250° C) ergab sich das nämliche.

Dieses Ergebnis bestätigten auch einige mit Hilfe des § 5 beschriebenen Apparats angestellte Versuche, bei denen durch einen Nebenstrom die Kathode erhitzt wurde. Um das Kathodenlicht, welches längs des Drahtes hin- und herflackerte und dadurch jede Messung unmöglich machte, an einer Stelle festzuhalten, wurde die Anode bis dicht an die Kathode geschoben. Zwischen beiden befand sich eine bis auf die Spitze in Glas gehüllte Sonde. Es ergab sich bei 15 mm bei gewöhnlicher Temperatur ein Kathodengefälle von 230,5 Volt und, als der Draht auf ca. 600° erhitzt wurde, von 236,8 Volt, also auch hier so gut wie unabhängig von der Temperatur. Dieses Ergebnis, welches noch durch andere Messungen bestätigt wurde, stimmt mit der von Herrn Hittorf gefundenen Thatsache überein, daß erst dann das Kathodengefälle sinkt, wenn die Kathode weißglühend ist.

Es wurde noch eine Reihe von Messungen über das Kathodenpotential bei verschiedenen Temperaturen mit einer kurzen Elektrode, die von vornherein ganz mit Glimmlicht bedeckt war, angestellt. Über die erhaltenen Resultate gibt die folgende Tabelle Auskunft. K bedeutet Kathodenpotential. Die übrigen Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie früher.

Tabelle X.

2R = 4 cm. L = 20,5 cm. p = 0,96 mm.

T	i	K	II	T	i	K	II
12° C.	0,00016	300,3	1030	93° C.	0,00011	280,5	790
„	0,00027	317,7	1010	„	0,00019	284,0	820
„	0,00069	383,4	1010	„	0,00033	302,4	880
„	0,00144	521,3	1020	„	0,00070	360,2	850
„	0,00237	656,3	1010	„	0,00113	407,4	840
				„	0,00155	464,5	860
				„	0,00211	538,2	860

T	i	K	II	T	i	K	II
223° C.	0,00018	302,0	380	310° C.	0,00017	301,4	370
„	0,00032	310,5	380	„	0,00032	311,5	370
„	0,00051	345,9	410	„	0,00050	348,6	400
„	0,00084	389,0	510	„	0,00096	394,5	490
„	0,00189	520,1	600	„	0,00190	522,1	590

Aus der Tabelle geht hervor: **Steigert man die Stromstärke, nachdem die Kathode schon ganz bedeckt ist, so nimmt das Kathodenpotential zu, und zwar geradlinig mit der Stromstärke zu.** Eine Formel von der Gestalt: $v = v_0 + bi$, wo b eine Konstante bedeutet, stellt alle Beobachtungen dar. Die Geraden für die verschiedenen Temperaturen laufen ziemlich parallel mit einander, die kleinen Abweichungen hiervon rühren wohl nur davon her, daß bei höheren Temperaturen noch Wasserdampf sich von den Wänden freimacht und dadurch der Stickstoff verunreinigt wird.

Es wurden noch eine große Anzahl von ähnlichen Messungen mit verschiedenen Röhren bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Da sich aus denselben Neues nicht ergab, so übergehe ich dieselben.

§ 11. **Einfluß der Stromstärke auf den Gradienten bei der dunklen Entladung.** Wie schon § 4 beschrieben, ist die Entladung bei höheren Temperaturen eine dunkle. Der Gradient ist dann sehr klein, ändert sich aber ziemlich beträchtlich mit der Stromstärke, wie die Tabelle zeigt. L. war 19 cm, D = 3 cm. i bedeutet Milliampère.

Tabelle XI.

p = 2,16 mm. T = 200° C.			p = 2,16 mm. T = 310° C.			p = 5,4 mm. T = 330° C.		
i	G	II	i	G	II	i	G	II
0,151	14,5	560	0,182	16,2	600	0,204	16,2	510
0,204	16,9	580	0,236	19,5	620	0,404	19,2	550
0,382	20,5	620	0,364	20,5	630	1,261	27,6	670
0,959	25,2	680	0,670	22,0	635			
			1,291	25,6	650			

Aus diesen Zahlen ergibt sich:

1. **Mit wachsender Stromstärke nimmt der Gradient zu.**

2. **Das Anwachsen des Gradienten mit der Stromstärke ist ein ziemlich starkes.** Wächst z. B. die Stromstärke um das 10 fache, so nimmt der Gradient ungefähr um das Doppelte zu.

Die dunkle Entladung zeigt also ein ganz anderes Verhalten als die leuchtende Lichtsäule. Während für letztere der Satz gilt, daß der Gradient mit wachsender Stromstärke abnimmt, findet bei der dunklen Entladung ein Annähern an das Ohmsche Gesetz statt.

Eine besondere Untersuchung muß zeigen, ob nicht bei noch höheren Temperaturen das Ohmsche Gesetz für Gasentladungen giltig ist. Es würde, falls dies der Fall ist, die Elektrizitätsleitung in Gasen bei gewöhnlicher Temperatur aus der Superposition zweier Vorgänge bestehen, von denen der eine dem Ohmschen Gesetz gehorcht, der andere aber einem anderen Gesetz folgen müßte. Dies aufzuklären, soll die Aufgabe einer demnächst erscheinenden Arbeit sein.

§ 12. Verteilung des Energieverbrauchs bei der dunklen Entladung. Es wurde eine Reihe von Messungen über die Potentialgradienten bei der dunklen Entladung an verschiedenen Stellen der Röhre angestellt. Die benutzten Röhren hatten zu dem Zweck 5 Sonden. Von den Messungen teile ich nur die mit der Röhre L = 20,5 cm, 2 R = 4,4 cm mit. In der nachfolgenden Tabelle bedeutet K das Kathodenpotential. In der ersten Kolumne stehen die Nummern der Sonde, von der Anode an gerechnet, in der zweiten der entsprechende Gradient.

Tabele XII.

p = 4,22 T = 105°C. II = 420 V. K = 160 V. i = 0,00032 A.		p = 4,86 T = 162°C. II = 450 V. K = 170 V. i = 0,00032 A.		p = 5,51 T = 220°C. II = 510 V. K = 195 V. i = 0,00032 A.	
1,2	18,3	1,2	20,0	1,2	22,3
2,3	11,9	2,3	12,9	2,3	16,1
3,4	8,2	3,4	8,5	3,4	10.2
4,5	6,6	4,5	6,9	4,5	8,5
p = 3,05 T = 107°C. II = 490 V. K = 255 V. i = 0,00032 A.		**p = 3,05 T = 153°C. II = 450 V. K = 260 V. i = 0,00032 A.**		**p = 3,05 T = 211°C. II = 440 V. K = 260 V. i = 0,00032 A.**	
1,2	19,1	1,2	16,2	1,2	15,5
2,3	12,4	2,3	10,6	2,3	10,4
3,4	7,5	3,4	6,8	3,4	6,8
4,5	6,4	4,5	6,2	4,5	6,0

p = 2,29 T = 150° C. II = 430 K = 370 V. i = 0,00034 A.		p = 2,66 T = 220° C. II = 430 K = 350 V. i = 0,00034 A.	
1,2	4,1	1,2	4,3
2,3	3,0	2,3	3,2
3,4	1,8	3,4	1,9
4,5	1,6	4,5	1,7
p = 1,48 T = 143° C. II = 420 V. K = 370 V. i = 0,00034 A.		**p = 1,48 T = 210° C. II = 420 V. K = 370 V. i = 0,00034 A.**	
1,2	3,8	1,2	2,6
2,3	3,0	2,3	2,1
3,4	1,7	3,4	1,4
4,5	1,5	4,5	1,0

Die 1.—3., 7. und 8. Beobachtungreihen beziehen sich auf den Gradienten bei konstanter Gasdichte, die übrigen bei konstantem Druck.

Aus der Tabelle geht hervor:

1. Bei konstanter Gasdichte nimmt der Gradient mit der Temperatur zu.

2. Bei konstantem Druck nimmt der Gradient mit der Temperatur ab.

3. Der Gradient nimmt von der Anode nach der Kathode zu ab[1]).

4. Der Gradient ist ungefähr proportional der Entfernung von der Kathode. Dividiert man z. B. den Gradienten durch die Entfernung der Mitte zwischen den beiden Sonden von der Kathode, so erhält man bei der ersten Beobachtungsreihe Zahlen, die zwischen 1,1 bis 1,4, und bei der dritten Beobachtungsreihe Zahlen, die zwischen 1,3 bis 1,7 schwanken. Ob diese Regel strenge gilt, müssen noch weitere Versuche, bei denen die Entfernung zwischen den Sonden kleiner ist als wie bei den bisher angewandten Röhren, zeigen.

§ 13. **Einfluß der Temperatur auf die Gesamtpotentialdifferenz.** Aus den im Vorhergehenden mitgeteilten Erscheinungen und den dabei gemessenen Gradienten läßt sich

1) Dies Ergebnis hat W. P. Graham (Wied. Ann. **64** p. 76, 1898) für dunklen Raum bereits gefunden.

ein Schluß auf die Änderung der Gesamtpotentialdifferenz zwischen den beiden Elektroden mit der Temperatur ziehen. Da der Gradient im positiven ungeschichteten Licht und der an der Kathode, so lange dieselbe nicht vollständig bedeckt ist, unabhängig von der Temperatur ist, und nur das positive Licht beim Erwärmen sich zurückzieht, so nimmt die Gesamtpotentialdifferenz anfangs langsam ab, um, sobald das positive Licht ganz verschwunden ist, auf sehr kleine Werte zu sinken. Für den weiteren Verlauf der Erscheinungen sind zwei Fälle zu beachten. Bleibt die Dichte konstant, wobei der Gradient bei der dunklen Entladung mit der Temperatur zunimmt, so steigt die Gesamtpotentialdifferenz. Ist der Druck konstant, wobei der Gradient mit der Temperatur abnimmt, so nimmt die Gesamtpotentialdifferenz ab, bis die Kathode ganz bedeckt ist und dadurch ein plötzlicher Sprung in dem Kathodengefälle auftritt. In beiden Fällen haben wir also einen Umkehrpunkt. Messungen, von denen ich nur einige mitteile, bestätigen dies.

Tabelle XIII

Bei konstanter Dichte. $2R = 3$ cm. $L = 19$ cm.

T	p	II	T	p	II
20°C.	6,7 mm	1340 V.	20°C.	4,2 mm	1185 V.
60	7,7	1320	55	4,7	1155
140	9,4	1190	114	5,5	1000
175	10,1	1020	171	6,3	890
230	11,3	930	210	6,7	830
290	12,7	unstetig	260	7,5	800
			300	8,1	790
			340	8,6	800
	$i = 0{,}0019$			$i = 0{,}0019$	
19°C.	2,34 mm	1010 V.	19°C.	1,3 mm	800 V.
61	2,7	960	60	1,5	760
111	3,0	770	129	1,8	600
196	3,6	580	186	2,0	540
244	4,0	560	239	2,3	490
280	4,4	585	271	2,4	495
319	4,6	590	300	2,5	520
			363	2,8	600
	$i = 0{,}0009$			$i = 0{,}0006$	

Aus dieser Tabelle und einer großen Anzahl anderer Messungen geht hervor: *Mit steigender Temperatur nimmt die Gesamtpotentialdifferenz anfangs langsam, dann rasch ab, erreicht ein Minimum, um dann wieder zu steigen.*

Aus einer graphischen Darstellung, einer Reihe von Messungen wurden die folgenden Minimumspotentiale Π' und die zugehörigen Temperaturen t abgelesen. In der folgenden Tabelle stehen noch die Anfangspotentiale unter A verzeichnet.

Tabelle XIV.

Röhre I: 2 R = 3 cm. L = 14 cm.			Röhre II: 2 R = 4,4 cm. L = 20,5 cm.		
A	t	Π'	A	t	Π'
1185 V.	290° C.	790 V.	685 V.	220° C.	490 V.
1010	244	560	590	170	425
800	237	495			

Röhre III: 2 R = 2,2 cm. L = 17 cm.

A	t	Π'
1330 V.	176° C.	1060 V.
1010	150	840
910	110	740

Aus dieser Tabelle läßt sich entnehmen:

Das Minimum des Potentials liegt bei ein und derselben Röhre bei einer um so niedrigeren Temperatur, je geringer das Anfangspotential, oder, was dasselbe ist, je geringer der Anfangsdruck ist.

Je nach dem Rohr liegt das Minimum bei einer verschiedenen Temperatur. Bei Röhre I nahm z. B. das Potential von 1010 Volt ab, um bei 244° C. seinen geringsten Wert von 560 Volt zu erreichen; bei Röhre III nahm das Potential nur von 1010 Volt bei 20° C. bis 840 Volt ab bei 150° C. Es bedarf noch einer eingehenden Untersuchung, ob hier nur die Enge der Röhre eine Rolle spielt, oder ob die Länge der Kathode von Einfluß ist.

Sehr verwickelt sind die Kurven, welche die Beziehung zwischen Gesamtpotentialdifferenz und Temperatur bei konstantem Druck darstellen. Im großen und ganzen besitzen sie dasselbe Aussehen wie die bei konstanter Dichte, doch schneidet häufig die eine die andere. Ich verzichte daher darauf, meine diesbezüglichen Messungen mitzuteilen. Neues läßt sich aus denselben nicht entnehmen.

In einer vor kurzem erschienenen Abhandlung hat Herr P. Ewers[1]) den Schluß gezogen, daß das Minimumpotential oder der Umkehrdruck U direkt proportional sei der mittleren Weglänge λ der Moleküle, also $\frac{U}{\lambda}$ = konst. Aus dem Vorhergehenden geht hervor, daß diese Regel keine allgemeine Geltung haben kann. Denn erhitzt man eine Entladungsröhre bei konstanter Dichte, wobei sich die mittlere Weglänge nicht ändert, so tritt bei einer bestimmten Temperatur ein Minimumpotential ein, und zwar bei einem verhältnismäßig hohen Druck; U/λ ist also groß. Ein ähnliches Minimumpotential läßt sich aber bei gewöhnlicher Temperatur durch Auspumpen erreichen. In diesem Fall ist U klein; U/λ ist also klein. Es beweist dies unzweifelhaft, daß diese beiden Größen nicht in dem nahen Zusammenhang mit einander stehen, wie Herr Ewers angenommen hat. Ich beabsichtige hierüber mit anderen Gasen noch einige Messungen anzustellen.

§ 14. Schluß: Die vorliegende Untersuchung, welche unternommen wurde, um einen allgemeinen Überblick über die Änderung der Erscheinungen mit der Temperatur und die dabei in Betracht zu ziehenden Größen zu gewinnen, kann natürlich nicht als eine endgiltige Lösung aller sich neu aufdrängenden Fragen angesehen werden. Sie weist aber mit Bestimmtheit darauf hin, daß bei höheren Temperaturen eine Reihe von bei gewöhnlicher Temperatur auftretenden Komplikationen wegfallen, so daß es nicht ausgeschlossen erscheint, daß man auf diesem Wege zu einfachen Gesetzen gelangen kann.

Die dunkle Entladung, die bei höheren Temperaturen auftritt, scheint die normale zu sein, wie ja auch schon Faraday

---

1) P. Ewers, Wied. Ann. **69** p. 191, 1889; siehe auch H. Ebert, Wied. Ann. **67** p. 608, 1899.



die Entladung überhaupt als eine „dunkle“ bezeichnete. Jedenfalls ergibt sich aus der vorliegenden Untersuchung, daß das rote positive Licht mit der Stromüberführung nichts zu thun hat. Wahrscheinlich lagern sich bei gewöhnlicher Temperatur über den Strom noch Wellen, die beim Erhitzen verschwinden. Nur die letzteren rufen das Luminescenzlicht hervor.

Auffällig ist, daß bei Steigerung der Stromstärke bei gewöhnlicher Temperatur, wodurch der Stickstoff ebenfalls sehr stark erhitzt wurde, das rote positive Licht *nicht* verschwand (§ 3), wie beim gewöhnlichen Erhitzen, sondern im Gegenteil intensiver wurde. Diesen Punkt müssen noch weitere Versuche aufklären.

Erlangen, 1. Dez. 1899. Physikal. Institut.

Über die Entwicklung der Nebennieren bei Selachiern und über eine neue Homologie der Nebennieren in der Wirbeltierreihe.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von Otto Aichel.

Aus der Universitäts-Frauenklinik zu Erlangen.

Meine Untersuchungen über die Entwicklung der Nebennieren bei Selachiern (Pristiurus, Torpedo) ergaben folgendes:

I. Die Suprarenalorgane entstehen aus sich rückbildenden Querkanälchen der Urniere, ihre erste Entstehung hat mit der Anlage des Sympathicus nichts zu schaffen.

II. Das unpaare Interrenalorgan entsteht weit früher als die paarigen Suprarenalorgane, es wird paarig angelegt und entsteht aus den Trichtern der Urniere.

Somit sind (cf. Anat. Anz. 1900) die Suprarenalorgane der niederen Wirbeltiere mit den sogenannten „accessorischen Nebennieren" höherer Wirbeltiere, die beim weiblichen Geschlecht im Ligamentum latum, beim männlichen Geschlecht in der Nähe des Hodens und des Samenstranges liegen, zu homologisieren. Von diesen habe ich nachgewiesen, daß sie ebenfalls aus den sich rückbildenden Querkanälchen der Urniere entstehen und normalerweise beim Menschen und den Säugetieren sich bilden.

Das Interrenalorgan der niederen Wirbeltiere aber ist mit den eigentlichen Nebennieren des Menschen und der höheren Wirbeltiere auf eine Stufe zu stellen, beide entstehen aus den Trichtern der Urniere. —

Ausführlich erscheinen diese Befunde im Archiv für mikr. Anatomie.

Über gegenseitig eindeutige und stetige Abbildung von Mannigfaltigkeiten verschiedener Dimensionen aufeinander.

(Zweite Note.)

Von Geh. Hofrat J. Lüroth in Freiburg i./Br.

Im Jahre 1878, in der Sitzung vom 8. Juli, durfte ich der Societät einen Beweis des Satzes vorlegen, daß eine Mannigfaltigkeit von zwei Dimensionen sich nicht gegenseitig eindeutig und stetig auf eine von drei oder mehr Dimensionen abbilden lasse. Trotz vieler mühsamer Versuche gelang es mir nicht, den dort eingeschlagenen Beweisgang auf den Fall von drei Dimensionen auszudehnen. Vor kurzem kam ich jedoch auf eine Abänderung des früheren Verfahrens, die, wie ich glaube, einwandfrei zu beweisen gestattet, daß auch die gegenseitig eindeutige und stetige Abbildung einer Mannigfaltigkeit von drei Dimensionen auf eine von mehr als drei Dimensionen nicht angeht.

Diese neue Methode des Beweises, die wahrscheinlich einer Verallgemeinerung fähig ist, erlaube ich mir im folgenden der Societät zu unterbreiten.

1. In einem Raum von vier Dimensionen seien drei stetige Funktionen $u v w$ des Ortes gegeben. In einem Punkt A sei $u = u_1$, in einem andern Punkt B dagegen $= u_2 < u_1$. Ich nehme AB zum Durchmesser einer dreimensionalen Kugel und projiziere ihre Oberfläche von B aus stereographisch auf den dreidimensionalen Raum, der die Kugel in A berührt.

Dann ist im gewöhnlichen Raum in A $u = u_1$, im Unendlichen dagegen $= u_2$; $\frac{1}{2}(u_1 + u_2)$ sei u_0 gesetzt. Ich baue mit Würfeln, deren Kantenlänge $2/q$ ist, um A einen zusammenhängenden Raum auf, in dem $u \geqq u_0$ ist, indem ich solange als möglich Würfel an Würfel ansetze und zwar stets so, daß sie mit einer Fläche zusammenhängen. Diejenigen Würfel, die mit andern nur in einer Ecke oder Kante zusammenstoßen, seien fortgelassen. Die so zusammengebauten Würfel bilden einen Raum, der vielleicht Hohlräume einschließen kann, aber eine zusammenhängende äußere Oberfläche besitzt, von der allein die Rede sein soll.

Wenn ich diese Konstruktion für eine gewisse kleinste Zahl $q = p$ mache und dann für $2p, 4p, 8p, \ldots$ so erhalte ich Flächen $\Gamma_0\ \Gamma_1\ \Gamma_2\ \Gamma_3, \ldots$ die sich ganz umschließen, soweit sie nicht zusammenfallen. In jedem Häufungspunkte d. h. jedem Punkte, bei dem in unmittelbarer Nähe unendlich viele der Flächen Γ vorbeigehen, muß dann $u = u_0$ sein, wie hier nicht bewiesen werden soll.

2. Auf irgend einer geraden Linie l suche ich die nach beiden Richtungen hin äußersten Häufungspunkte. Sie seien C und D. In C sei $v = v_1$, in D aber $= v_2 < v_1$; $\frac{1}{2}(v_1 + v_2)$ sei mit v_0 bezeichnet. Ich lege um C und D so kleine Kugeln K_1 und K_2, daß in ihnen v bezw. $> v_0$ und $< v_0$ ist. Die erste Fläche, welche in diese Kugeln eindringt, sei Γ_s. Jede Fläche Γ_t, für die $t > s$, dringt dann ebenfalls ein, und die Punkte C und D liegen außerhalb oder auf dieser Fläche, weil es die äußersten Häufungspunkte sein sollen. Die äußersten Schnittpunkte der Kugeln K_1 und K_2 mit l seien C′ und D′. Ich bilde dann eine geschlossene Kurve k, indem ich diese Punkte C′ D′ durch eine beliebige Linie verbinde, die ganz im Innern von K_1 Γ_s und K_2 verläuft, dann von D′ auf l ins Unendliche geht, dort in einem Kreisbogen nach dem andern unendlich fernen Punkt von l und von da auf l nach C′ zurückkehrt.

3. Auf jeder der Flächen Γ_t $(t \geqq s)$ zeichne ich nun, in der Nähe von C beginnend, diejenigen quadratischen Begrenzungsflächen aus, etwa durch Färben, in denen $v \geqq v_0$ ist, indem ich von einem Quadrat immer zu einem neuen übergehe, solange dies über eine Quadratseite hinweg möglich ist. Die Quadrate, die mit andern nur mit Ecken zusammenstoßen, entfärbe ich nachträglich wieder. Die so gefärbte Fläche enthält vielleicht inselförmige, ungefärbte Einschlüsse, aber abgesehen davon eine oder mehrere am weitesten nach D vorgeschobene Grenzkurven. Wenn man die Operation bei C beginnt, so umschließen die Grenzkurven des gefärbten Gebietes anfangs jedenfalls k. Beim weiteren Fortschreiten kann die Grenze sich spalten, aber ein Teil muß stets da sein, der k umschließt, weil die Grenze nicht über D, wo sie allein k schneiden könnte, hinweggezogen werden kann, da ja dort $v < v_0$ ist. Diese auf jeder Fläche Γ_t existierende Kurve, die k umschließt, sei mit Δ_t bezeichnet. Nach der Konstruktion sind die Punkte von Δ^t um weniger als

die doppelte Diagonale des zum Aufbau von Γ_t benutzten Würfels von Punkten entfernt, in denen $u < u_0$ ist, und von Punkten, in denen $v < v_0$ ist. Daher bewirkt eine passende Wahl von t, daß auf Δ_t sich u von u_0 und v von v_0 beliebig wenig unterscheiden.

4. Die Kurven Δ haben Häufungspunkte d. h. Punkte, bei denen in unmittelbarer Nähe unendlich viele Kurven Δ vorbeigehen. Diese Häufungspunkte bilden eine Punktmenge Σ, die abgeschlossen ist. Denn ist P ein Häufungspunkt von Σ, so liegt in einer Kugel vom Radius $\delta/_2$ um P ein Punkt Q von Σ. In eine um Q mit dem Radius $\delta/_2$ geschlagene Kugel treten unendlich viele der Kurven Δ ein; daher auch in eine Kugel vom Radius δ um P unendlich viele dieser Kurven eintreten. Somit ist P selbst ein Häufungspunkt von Δ, d. h. er gehört zu Σ. Da an einem Punkt von Σ unzählig viele Kurven Δ in unmittelbarer Nähe vorbeigehen, und man immer solche Kurven finden kann, für die (u, v) sich von (u_0 v_0) beliebig wenig unterscheiden, muß für jeden Punkt von Σ $u = u_0$, $v = v_0$ sein.

5. Jedem Punkte P im Raume teile ich zwei Koordinaten in folgender Weise zu. Die erste sei $w' = w + a$, wo a so gewählt ist, daß im Innern einer sehr großen, alle Flächen Γ umschließenden Kugel w' stets $> b \geq o$ ist. Der größte Wert, den w' annimmt, sei g'.

Zur Definition der zweiten Koordinate wähle ich einen beliebigen, nur nicht auf k gelegenen Punkt O und ziehe von O nach P eine beliebige Kurve. Ferner sei V der Wert des von Gauß (Werke Bd. 5 S. 605) aufgestellten Integrals für die Verschlingungen zweier Kurven, wenn es über die Kurve k und die OP erstreckt wird. Die zweite Koordinate φ sei dann $= \frac{1}{2}V$. Da man auf verschiedenen Wegen, ohne und mit Umschlingungen von k, von O nach P gehen kann, so ist φ nicht ganz, sondern weil V sich bei einer Umschlingung von k um 4π ändert, nur bis auf ganzzahlige Vielfache von 2π bestimmt.

Wenn ich nun dem Punkte P denjenigen Punkt P' einer Ebene zuordne, dessen Polarkoordinaten, in Bezug auf einen Pol O', w' und φ sind, so hat die Unbestimmtheit von φ keinen Einfluß und jedem P entspricht nur ein Punkt P', während einem P mehrere P entsprechen können. Diese besondere Art der Abbildung will ich Projektion nennen.

Aus einer unendlichen Menge M von Punkten entsteht durch Projektion wieder eine unendliche Menge M′ (wobei ein Punkt öfter auftreten kann). Man hat dann den Satz, dessen Beweis ich übergehe, daß jede Häufungsstelle von M sich in eine Häufungsstelle von M′ projiziert, und daß jede Häufungsstelle von M′ die Projektion einer Häufungsstelle von M ist.

6. Ich projiziere nun die Punktmenge Σ in die Menge Σ', und die Kurven Δ in ebene Kurven Δ'. Nach dem eben angeführten Satze ist eine Häufungsstelle von Σ' die Projektion einer solchen Stelle von Σ; diese aber gehört zu Σ, also gehört auch jene Häufungsstelle zu Σ', so daß Σ' ebenfalls eine abgeschlossene Menge ist.

Wenn ein Punkt eine der Kurven Δ durchläuft, so bleibt w′ stets $>$ b, φ ändert sich von einem Anfangswert φ_0 stetig bis zum Endwert $\varphi_0 \pm 2\pi$, weil ja die Kurve Δ die k umschließt. Daher umschließen die ebenen Kurven Δ' den Punkt O′ ganz, mindestens im Abstand b von ihm.

Ich nehme in einer Entfernung, die $>$ g′ ist, in der Ebene einen Punkt an und verbinde ihn durch eine stetige Linie λ mit O′. Diese Linie wird von allen Kurven Δ' getroffen, weil diese ja O′ umschließen. Auf λ entsteht durch diese Schnittpunkte eine Punktmenge m′, die die Projektion einer Punktmenge m auf den Kurven Δ ist. Ist h′ ein Häufungspunkt von m′, so ist er die Projektion eines Häufungspunktes h von m, der zu Σ gehört; daher ist h′ ein Punkt von Σ'. Weil aber die Menge m′ auf λ liegt, ist auch dieser Häufungspunkt auf λ gelegen, so daß die Linie λ mindestens einen Punkt aus Σ' trifft. Die Menge Σ' teilt folglich die Ebene in zwei ganz getrennte Teile und man kann von einem zum andern nur kommen, indem man Σ' durchschreitet.

7. Wie ich in meiner Mitteilung von 1878 Flächenstücke auf einer Kugel konstruierte, so kann ich auch jetzt — mit selbstverständlichen Abänderungen — in der Ebene um den Punkt O′ herum Flächen R_0, R_1, R_2 ... mit den vom Punkte O′ entferntesten Grenzkurven G_0, G_1, G_2 ... konstruieren durch die Bedingung, daß in keiner der Flächen R ein Punkt der Menge Σ' liegen solle. Ich kann dann immer Kurven G finden, deren Punkte so nahe bei Punkten aus Σ' liegen, als ich will.

Und weiter kann ich, von einem Kreise mit dem Radius $>$ g′

ausgehend, andere Flächen mit den Grenzkurven F_i konstruieren, indem ich festsetze, daß in deren Inneres nie eine Kurve G_k eintreten solle, wie groß auch k sein möge.

Auf den Radiivektoren, die den Winkeln $\varphi = o$ und $\varphi = \pi$ entsprechen, bestimme ich jetzt die O' zunächst gelegenen Schnittpunkte mit F_i, die sich mit wachsendem i dem O' nähern werden und die Grenzlagen E' und F' haben mögen, deren Entfernungen von O' bezw. w_1' und w_2' seien. Es sei $w_1' > w_2'$ und $\frac{1}{2}(w_1' + w_2') = w_0'$ gesetzt.

Genau wie in der citierten Mitteilung schlage ich zwei Kreise um E' und F' und bestimme zwei Kurven F_i und G_k so, daß der zwischen F_i und G_k gelegene Flächenstreifen durch jene beiden Kreise in mindestens zwei Teile U_1, U_2, ... zerlegt wird, die höchstens in Punkten jener Kreise zusammenstoßen. In den Kreisen selbst ist w' sicher von w_0' verschieden.

8. Sei nun der Index $m > k$, so wird die Kurve G_m in einem Punkt des Kreises um E' in den Flächenteil U_1 eintreten und in einem Punkte des Kreises um F' ihn verlassen. Daher muß es mindestens einen Punkt H_m auf ihr geben, für den $w' = w_0'$ ist. Da dies für alle Indices $m > k$ gilt, so erhalte ich unendlich viele Punkte in U_1 mit der Entfernung w_0' von O'. Diese müssen einen in U_1 oder auf dessen Grenze gelegenen Häufungspunkt H' haben, für den $O'H' = w_0'$ ist. Wäre er kein Punkt von Σ' und hätte der ihm zunächst gelegene Punkt von Σ' von ihm die Entfernung δ, so könnte ich eine Kurve G_n so finden, daß die Entfernung $H_n H' < \delta/_4$ wäre, und daß ihre Punkte von Punkten der Menge Σ' um weniger als $\delta/_4$ entfernt wären. Dann gäbe es einen, P', dieser Punkte, so dass auch $H_n P' < \delta/_4$ wäre; daher wäre gegen die Annahme $H'P' < \delta/_2$, folglich ist H' ein Punkt von Σ'. Ebenso muß in U_2 oder auf dessen Grenze ein Punkt H'' aus Σ' liegen, so daß $O'H'' = w_0'$ ist usw. Diese Punkte H', H'' ... sind sicher verschieden von einander und daher Projektionen verschiedener Punkte aus Σ. Folglich muß es mindestens zwei verschiedene Punkte aus Σ geben, für die $u = u_0$, $v = v_0$, $w = w_0$ ist.

Daher ist eine gegenseitig eindeutige und stetige Abbildung einer Mannigfaltigkeit von drei Dimensionen auf eine von vier Dimensionen unmöglich.

Ein elektrolytischer Stromunterbrecher[1]).

Von A. Wehnelt.

Die eigentümlichen Licht- und Wärmeerscheinungen, welche unter Anwendung hoher Stromdichten an relativ kleinen Elektroden auftreten, bildeten von jeher einen Gegenstand lebhaftesten Interesses. Zuerst hat sich wohl Davy, später nebst vielen anderen Forschern dann auch Planté in ganz hervorragender Weise mit diesem Gegenstande befaßt, da ihm in seinen Sekundärelementen eine Stromquelle von ungleich größerer elektrischer Energie zur Verfügung stand als den älteren Forschern. An neueren Arbeiten, die sich mit diesem Gegenstand beschäftigen, erwähne diejenigen der Herren F. Richarz[2]), Koch und Wüllner[3]) und W. Ziegler[4]). Das Verdienst, diese Wärmeerscheinungen zum ersten Mal praktisch, und zwar für ein elektrisches Schweiß- und Härteverfahren, verwertet zu haben, gebührt den Herren Lagrange und Hoho[5]).

Bei der Wiederholung der Versuche von Lagrange und Hoho war mir das summende Geräusch aufgefallen, das entstand, wenn die kleinere von zwei Elektroden (z. B. ein dünner Platindraht und eine große Bleiplatte in verdünnter Schwefelsäure) mit dem negativen Pole einer kräftigen Stromquelle verbunden war. Daß dieses summende Geräusch gemeinsam mit einer Unstetigkeit des den Apparat durchfließenden Stromes auftritt, hatte Herrn Richarz[6]) bereits durch Anlegung eines Telephons an einen Teil des Stromkreises gezeigt.

Die Eigenart der ganzen Erscheinung sowie die bei Wiederholung des eben erwähnten Versuches von Heren F. Richarz

---

1) A. Wehnelt, Elektrotechnische Zeitschrift, Heft 4, p. 76. 1899.

2) F. Richarz, Wied. Ann. **39**. p. 71 und 72, 83—85. 1890; **47**. p. 570—582. 1892; **63**. p. 261—267. 1897.

3) Koch u. Wüllner, Wied. Ann. **45**. p. 473 u. 759 ff. 1892.

4) W. Ziegler, Inaugural-Dissertation. Greifswald 1897.

5) Lagrange u. Hoho, „Lum. él.“ 1894, Bd. 52 p. 113.

6) F. Richarz, Wied. Ann. **39**. p. 71 u. 72. 1890 u. **47**. p. 581. 1892.

beobachtete Stetigkeit und Höhe des Tones, veranlaßte mich zu untersuchen, welchen Charakter der elektrische Strom beim Eintritt der Leuchterscheinungen an kleineren Elektroden annimmt. Der Strom könnte erstens derart sein, daß er zwischen zwei Intensitätsgrenzen hin und her schwankt, oder er könnte zweitens einem vollkommen unterbrochenen, also von einem Maximalwert bis zu Null schnell abfallenden Strom entsprechen.

Ist die letztere Annahme die richtige, findet also eine vollkommene Unterbrechung des Stromes statt, so müßte eine elektrolytische Zelle mit einer sehr kleinen negativen und einer großen positiven Elektrode, an Stelle des Unterbrechers eines Induktoriums geschaltet, beim Steigern der Stromstärke bis zum Eintritt der Leuchterscheinung genau dieselben Resultate geben, wie ein gewöhnlicher Unterbrecher.

Benutzt wurde zu den im folgenden beschriebenen Versuchen ein Becherglas (*a*) mit verdünnter Schwefelsäure (Fig. 1). Die Elektroden bestanden aus einer Bleiplatte *b* und aus einem dünnen Platindraht *c*, der von oben in die Flüssigkeit eingeführt wurde (s. Fig. 1). Das bei Stromdurchgang auftretende heftige

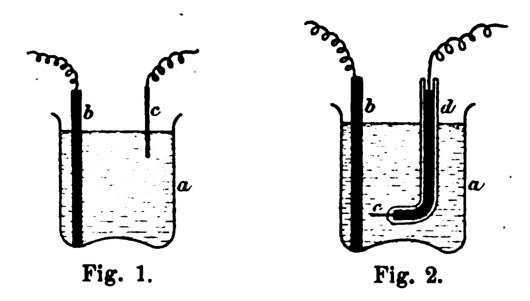


Fig. 1. Fig. 2.

Spritzen veranlaßte, den Apparat sogleich dahin abzuändern (Fig. 2), daß der Platindraht *c* in eine Glasröhre *d* eingeschmolzen wurde, aus der er nur wenige Millimeter herausragte (Fig. 2). Mit Hilfe dieser Glasröhre konnte der Platindraht so tief in den Elektrolyten gesenkt werden, daß kein Umherspritzen der Säure mehr erfolgte. Die Stromzuleitung zum Platindraht bildete Quecksilber.

Diese Zelle wurde, wie Fig. 3 zeigt, an Stelle des Unterbrechers eines größeren Induktoriums (30 cm Funkenlänge) geschaltet, und zwar derart, daß die kleine Platinelektrode (s.

Fig. 2) die negative Elektrode bildete. In Fig. 3 bedeutet J den Induktor, G den Kondensator, U den Unterbrecher, S die Stromquelle. Als Stromquelle diente eine Akkumulatorenbatterie von bis zu 60 Zellen.

Der Strom wurde zuerst so schwach gewählt, daß nur Elektrolyse in der Zelle eintrat. Wurde nun die Spannung gesteigert, so trat im selben Augenblick, in welchem an der kleineren Elektrode die Leuchterscheinung einsetzte, zwischen Spitze und Platte der Sekundärspule des Induktors ein schwacher und unregelmäßiger Funkenstrom ein. Die aktive Elektrode, wie ich von jetzt ab mit Lagrange und Hoho die kleinere Elektrode, an der die Leucht- und Wärmeerscheinungen eintreten, nennen will, war bei diesem Versuche von einer sehr stark leuchtenden blauen Hülle umgeben, während ohne den Induktor die blaue Hülle nur sehr schwach war. Der Ton, der jetzt von der Zelle ausging, war wesentlich tiefer, als der, wenn der Induktor nicht eingeschaltet war. Die aktive Elektrode wurde bei Anwendung sehr hoher Spannungen (circa 110 Volt) sehr bald glühend und schmolz ab.

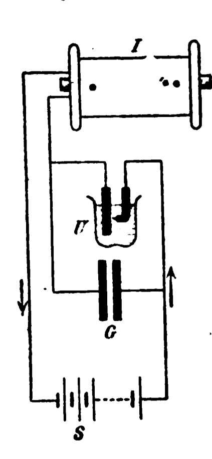


Fig. 3.

Das wesentlich andere Aussehen der Erscheinung an der negativen Elektrode, sowie die Änderung des Tones bei Einschaltung des Induktors ließen vermuten, daß auch diejenigen Erscheinungen, die an positiven Elektroden durch hohe Stromdichten entstehen, durch Einschaltung eines Induktors eine Änderung erfahren würden. Zu diesem Zwecke wurde die Zelle derart geschaltet, daß in ihr der Strom von der Platinspitze (c) (Fig. 2) zur Bleiplatte b ging, daß also die aktive Elektrode zur positiven wurde.

Das Resultat war überraschend. Bei Einschaltung des Stromes (circa 110 Volt) entstand momentan zwischen Spitze und Platte des Induktors ein intensiver Lichtbogen, der sich, wenn Spitze und Platte bis zu circa 25 cm von einander entfernt wurden, in einen Funkenstrom von zahllosen durchflochtenen Funken auflöste. Die Erscheinung an der aktiven Elektrode

war eine wesentlich andere, als sie ohne Induktor sonst an der positiven Elektrode auftritt. Während ohne Induktor im Stromkreise die positive Elektrode einfach zum Glühen kommt (von Koch und Wüllner in der oben citierten Arbeit als Stromumschlag bezeichnet), ohne daß ein Ton hörbar ist oder Stromschwankungen durch ein Telephon nachweisbar sind, und der Strom dabei sehr schwach ist, war jetzt die positive Elektrode von einer stark leuchtenden rötlichgelben Lichthülle umgeben. Der Ton, den die Zelle jetzt aussandte, war außerordentlich hoch und regelmäßig. Die starken Funkenentladungen am Induktor beweisen ohne weiteres, daß der Charakter des Stromes in der elektrolytischen Zelle in der That der eines außerordentlich exakt und schnell unterbrochenen ist.

Das glänzende Resultat dieses Versuches veranlaßte mich, die Wirksamkeit des elektrolytischen Unterbrechers, wie ich den Apparat (Fig. 2) nun nennen möchte, auch an kleineren und größeren Induktorien zu probieren. Der Erfolg war überall der gleich gute. Bei kleineren Induktoren war sogar eine bedeutende Steigerung der Funkenlänge erreichbar.

Im Verlaufe weiterer Versuche ergab sich noch, daß die Unterbrechungen noch exakter und regelmäßiger waren, wenn man den Kondensator der Induktorien nicht benutzte, sondern einfach Stromquelle, Unterbrecher und Induktor in Serie schaltete.

Der Einfluß, den das Einschalten einer Induktionsspule auf die ganze Erscheinungsform ausübt, veranlaßte mich, den Vorgang an der aktiven Elektrode näher zu untersuchen. Im folgenden teile ich einige der bisher erhaltenen Resultate mit.

I. Einfluſs der verschiedenen Teile des Stromkreises.

1. Einfluß der Selbstinduktion.

Wie aus dem Versuch mit dem Induktor folgt, ist die Selbstinduktion das Bedingende für den Eintritt der strombrechenden Wirksamkeit an der aktiven Elektrode. Ich möchte hierunter noch einmal die Erscheinungen, die ohne Selbstinduktion an den aktiven Elektroden entstehen, denen gegenüberstellen, die mit Selbstinduktion im Stromkreise entstehen, für den Fall, daß ein Platindraht als aktive Elektrode, ein Bleiblech als zweite Elektrode in einem Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure dienen. Die benutzte Spannung ist zu 110 Volt angenommen.

A. Ohne Selbstinduktion:

a) Aktive Elektrode negativ. Beim Eintauchen des Platindrahtes bildet sich um den Platindraht eine schwach bläuliche Hülle. Man hört einen sehr hohen Ton. Bei Anlegung eines Telephons an einen am Stromkreise befindlichen Widerstand hört man ein lautes Rauschen. Der Strom ist relativ schwach. Der Draht kommt bald zum Glühen und schmilzt ab (Lagrange und Hoho[1]).

b) Aktive Elektrode positiv. Der Platindraht gerät sofort in Rotglut (Stromumschlag, Koch und Wüllner)[2]). Der Strom ist viel schwächer als bei a) und ganz kontinuierlich. Es steigen nur wenige Blasen noch auf, welche beim Zerplatzen an der Oberfläche Wasserdampf frei geben.

B. Mit Selbstinduktion:

a) aktive Elektrode negativ. Die Leuchterscheinung ist viel intensiver, der Strom stärker. Der Ton ist tiefer. Die Elektrode wird leicht glühend, schmilzt ab und wird selbst schon bei geringeren Spannungen (24 Volt) stark zerstäubt.

b) aktive Elektrode positiv. Der Platindraht gerät nicht in Glut, sondern es bildet sich eine leuchtende rötlichgelbe Hülle glühenden Gases um ihn. Der Strom ist stark und wird schnell und exakt unterbrochen. Selbst bei Spannungen von 220 Volt kommt der Draht nicht zum Schmelzen.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung ist zu ersehen, daß für den Fall, wo die aktive Elektrode *positiv* ist, die *Selbstinduktion das Bedingende der Unterbrechungserscheinungen ist*, während im anderen Falle auch ohne Selbstinduktion im Kreise Stromunterbrechungen stattfinden, die jedoch bei weitem nicht so exakt und regelmäßig (siehe weiter unten) sind, als wenn die aktive Elektrode positiv ist. Im folgenden ist unter der aktiven Elektrode, wenn nichts Besonderes bemerkt wird, stets die positive Elektrode zu verstehen.

Besonders bemerkenswert ist der Einfluß der Größe der Selbstinduktion auf die Unterbrechungszahl (Tonhöhe) des Unterbrechers.

---

1) Lagrange und Hoho siehe Citat p. 92.

2) Koch und Wüllner siehe Citat p. 92.

Die Tonhöhe bei Anwendung verschiedener Induktorien ist eine ganz verschiedene, und zwar ist sie bei kleinen Induktorien bedeutend größer als bei größeren Induktorien.

So war z. B. die stroboskopisch gemessene Zahl der Unterbrechungen bei 110 Volt Spannung und dem für jeden Induktor als normal bezeichneten Strom bei einem Induktor:

1. Für 3 cm Funkenlänge über 2000 in der Sekunde,
2. „ 30 cm „ „ 800 „ „ „
3. „ 50 cm „ „ 200 „ „ „

Belastet man die sekundäre Spule eines Induktors mehr und mehr durch Verkürzung der Funkenstrecke, so wird dadurch die Selbstinduktion der primären Spule verkleinert, und es steigt demgemäß die Unterbrechungszahl. Bei Induktorien mit starker Sekundärbewickelung, wie die meisten älteren Instrumente sie besitzen, tritt mitunter dann plötzlich der Stromumschlag, d. h. Aussetzen des Unterbrechers durch Glühendwerden der Elektrode ein. Ein kurzes Aus- und dann Wiedereinschalten des Stromes läßt den Unterbrecher sofort wieder ansprechen.

Sehr schön wird der Einfluß der Selbstinduktion durch die folgenden Versuche erläutert:

Schaltet man in den Stromkreis des Unterbrechers eine Magnetisierungsspule von circa 1000 Windungen, so gibt dieselbe ohne Eisenkern noch eine als Ton wahrnehmbare Folge von etwa 200 Unterbrechungen pro Sekunde. Führt man in die Spule jedoch einen aus Drähten bestehenden Eisenkern, so erhält man einzeln zählbare Stromstöße. Schiebt man andrerseits über eine längere Spule mit hoher Selbstinduktion einen Messingcylinder, so steigt die Unterbrechungszahl bedeutend. Der Messingcylinder wird dabei durch die in ihm entstehenden Induktionsströme in kurzer Zeit außerordentlich heiß. Ist der Messingcylinder sehr starkwandig und ebenso lang wie die Spule, so setzt der Unterbrecher aus, sobald sämtliche Windungen der Spule innerhalb des Cylinders liegen.

2. Einfluß von Stromstärke, Spannung und Widerstand und Stromart[1].)

Die Stromstärke nimmt zu mit der Oberfläche der aktiven Elektrode, jedoch nicht proportional. Vergrößert man bei sonst

1) Stromstärke sowohl wie Spannung wurden stets mit Präzisions-

unveränderten Verhältnissen im Stromkreise nur die Oberfläche der aktiven Elektrode und berechnet dann aus der mit einem Hitzdrahtampèremeter gemessenen Stromstärke und der gemessenen Drahtoberfläche die Stromstärke pro Quadratmillimeter, so erkennt man, daß die Stromdichte geringer wird bei Vergrößerung der Drahtoberfläche. Die folgende Tabelle zeigt dies Verhalten deutlich:

Stromstärke in Ampères am Hitzdrahtampèremeter abgelesen	Länge der aktiven Elektrode	Ampère pro Quadratmillimeter Oberfläche
14,08	7,1 (Durchmesser des Drahtes = 0,99 mm)	0,62
12,88	6,0	0,66
11,52	5,0	0,71
9,84	4,0	0,75
8,8	3,0	0,87
6,8	2,2	0,93
11,68	9,3 (Durchmesser des Drahtes = 0,475 mm)	0,8
10,60	8,0	0,87
9,36	7,0	0,9
8,52	6,0	0,93
7,52	5,0	0,98
6,20	4,0	1,00
5,16	3,0	1,1

Bei dünneren Elektroden ist die Stromdichte im allgemeinen von vornherein eine höhere als bei dicken Elektroden.

Zur Erhöhung der Stromstärke kann man, statt die Drahtoberfläche zu vergrößern, auch nebeneinander mehrere aktive Elektroden in die Flüssigkeit setzen und beliebig viele davon parallel schalten. Es ist eigentümlich, daß in diesem Falle der Strom genau so exakt unterbrochen wird, als ob nur eine Elektrode vorhanden ist. Selbst ganz verschieden große Elektroden verursachen keine Störung, sondern es sucht sich jede Elektrode den ihr zugehörigen Stromanteil selbständig aus.

Da die Unterbrecherwirkung der aktiven Elektrode erst bei einer bestimmten kritischen Stromdichte beginnt, so bewirken alle diejenigen Umstände, welche das Eintreten dieser kritischen

hitzdrahtinstrumenten gemessen, da alle elektromagnetischen Instrumente für so hohe Unterbrechungszahlen absolut untauglich sind. Die angegebenen Stromstärken und Spannung sind also stets effektiv.

Stromdichte befördern, eine Erhöhung der Unterbrechungszahl. Deshalb wächst die Unterbrechungszahl 1. mit Verminderung der Selbstinduktion, 2. mit Erhöhung der Spannung.

Induktionsfreie Widerstände im Stromkreise wirken nur im Sinne einer Verminderung der Spannung, also Verringerung der Unterbrechungszahl.

Betrachtet man die Leuchterscheinung an der aktiven Elektrode im rotierenden Spiegel, so sieht man, daß dieselbe nur eine sehr kurze Zeit andauert. Da die Leuchterscheinung außerdem, wenigstens bei höheren Spannungen, auch recht lichtstark ist, so bietet sie ein Mittel, nach stroboskopischer Methode die Unterbrechungszahlen zu bestimmen. Die Vorrichtung, die ich hierfür benutzte, bestand aus einem Elektromotor, an dessen Achse einerseits eine stroboskopische Scheibe mit drei konzentrisch angeordneten Reihen schwarzer Punkte (die äußerste Reihe enthielt 21, die mittlere 20, die innere 19 Punkte), andererseits ein Tachometer zur Bestimmung der Tourenzahl befestigt war.

Die in Thätigkeit gesetzte Unterbrecherzelle wird nun möglichst dicht (bei verdunkeltem Zimmer) an die stroboskopische Scheibe herangerückt und die Geschwindigkeit des Motors durch Widerstände allmählich gesteigert, bis die mittelste Punktreihe still zu stehen scheint, während die anderen beiden Reihen langsam nach entgegengesetzten Richtungen rotieren. In diesem Augenblicke wird die Tourenzahl des Motors abgelesen. Durch einfache Rechnung findet man hieraus die Unterbrechungszahlen. Auf diese Weise habe ich bisher Unterbrechungszahlen bis zu 2200 in der Sekunde bestimmt.

Die niedrigste Spannung, bei der die Unterbrecherthätigkeit einsetzt, ist ganz von den Verhältnissen des Stromkreises abhängig. Die geringste Spannung, die ich bisher benutzen konnte, betrug 12 Volt. Eine obere Grenze für die Spannung scheint es nicht zu geben, wenigstens konnte ich noch mit 220 Volt den Unterbrecher betreiben.

Die Stromart, ob Gleich- oder Wechselstrom, ist selbstverständlich nur hinsichtlich der Elektroden von Belang. Sendet man Wechselstrom durch den Unterbrecher, so werden natürlich beide Phasen ein oder mehrere Male je nach der Selbstinduktion und der Spannung im Stromkreise unterbrochen. Für den besonderen Fall, wo Wechselstrom zum Betriebe von Funken-

induktorien verwendet werden soll, arbeitet der Unterbrecher, wie M. d'Arsonval[1]) gezeigt hat, scheinbar genau wie mit Gleichstrom. Wenigstens ist bei Funken zwischen Spitze und Platte, sowie bei Röntgenröhren stets eine ausgeprägte Stromrichtung vorhanden. Die Erklärung ist einfach die, daß

1. der Unterbrecher schwächer induktiv wirkt, wenn die aktive Elektrode negativ ist, als wenn sie positiv ist, und daß

2. sowohl bei dem Funken zwischen Spitze und Platte, als auch in der Röntgenröhre eine bestimmte Stromrichtung die bevorzugte ist.

Hat man also für Gleichstrom die günstigsten Bedingungen für ein Induktorium festgestellt, so kann man bei sonst unveränderter Anordnung ohne weiteres auch Wechselstrom zum Betriebe anwenden. Da jedoch beide Phasen des Wechselstromes durch den Induktor gehen, so empfiehlt es sich, um unnötige Stromvergeudung zu vermeiden, diejenige Phase, bei der die aktive Elektrode negativ wird, möglichst abzuschwächen, indem man die inaktive Elektrode, nach L. Grätz[2]), aus Aluminium herstellt und außerdem noch, je nach Höhe der angewandten Spannung, einige solcher Grätz'schen Zellen vorschaltet.

Unterdrückt man diejenige Phase, während der die aktive Elektrode negativ wird, nicht, so wird, wenigstens bei höheren Spannungen, dieselbe so heiß, daß nach jedem Polwechsel an der dann positiv gewordenen aktiven Elektrode keine Unterbrechung mehr stattfindet, sondern der Stromumschlag eintritt. Dieser Fall ist speziell bei Betriebe von Röntgenröhren bemerkbar, da in diesem Falle sich scheinbar plötzlich die Pole vertauscht haben. Ein kurzes Ausschalten des Stromes stellt den normalen Zustand wieder her.

3. Einfluß des Elektrolytes und der Elektroden.

Der Einfluß des Elektrolytes und seiner Konzentration auf den Unterbrecher wurden folgendermaßen festgestellt:

Durch Stative wurde eine aktive Elektrode (in Glas eingeschmolzener Platindraht) (vgl. Fig. 2, p. 93) und eine Platinplatte in ihrer gegenseitigen Stellung zu einander fixiert. Diese

1) M. d'Arsonval, Compt. rend. 9, p. 531. 1899.

2) L. Grätz, Wied. Ann. 62, p. 323 ff. 1897.



Elektroden bildeten mit einer Akkumulatorenbatterie von 48 Volt Spannung und einem Induktorium für 30 cm Funkenlänge einen unveränderlichen Stromkreis. Die Elektroden wurden darauf in eine konzentrierte Lösung des zu untersuchenden Elektrolyten eingetaucht, der Strom geschlossen und dann die größte erreichbare Funkenlänge gemessen. Hierauf wurde der Elektrolyt allmählich mit Wasser verdünnt. Die Änderung der Funkenlänge gab somit ein relatives Maß für die Wirksamkeit des Elektrolyten.

Als Beispiel führe ich eine derartige Versuchsreihe mit verdünnter Schwefelsäure an:

Dichte der Lösung in Bé.-Einheiten	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°
Maximale Funkenlänge	9,1	9,5	10,5	14,0	14,0	13,5	12,5	10

Aus der Tabelle folgt, daß das Maximum der Wirkung für verdünnte Schwefelsäure zwischen 20 und 25° Bé. entsprechend einer Dichte von 1,16—1,2 liegt. Auf diese Weise wurden noch von folgenden Elektrolyten die dem Maximum der Funkenlänge entsprechenden Konzentrationen bestimmt: Potasche, Soda-, Kali-, Natronlösung und die verdünnten Säuren (Schwefel-, Salpeter- und Salzsäure). Von allen diesen Elektrolyten erwies sich die verdünnte Schwefelsäure von 20—25° Bé. (Dichte 1,16—1,2) am vorteilhaftesten.

Um den Einfluß des Materiales der aktiven Elektrode festzustellen, dienten der Reihe nach solche aus Kupfer, Messing, Blei, Aluminium und Platin. Außer dem Platin werden alle übrigen Metalle sehr schnell zerstäubt, geben jedoch auch zu Stromunterbrechungen Veranlassung. Einzig brauchbar sind daher nur Platindrähte. Den Durchmesser der Drähte wählt man passend der anzuwendenden Stromstärke nach aus. Für Stromstärken bis zu 10 Amp. reicht Platindraht von 1 mm aus. Für Stromstärken über 10 Amp. ist es besser, stärkeren Platindraht zu verwenden, um einer allzu starken Erwärmung desjenigen Drahtstückes, das nicht mit dem Elektrolyt in Berührung kommt, zu vermeiden.

Um während des Betriebes die Stromstärke am Unterbrecher selbst regulieren zu können, habe ich eine regulierbare Elektrode konstruiert (vgl. p. 120).

Besonders wichtig für die Erklärung der Erscheinung an der aktiven Elektrode scheint mir ein Versuch mit sogenannter unpolarisierbarer Elektrode zu sein. Ein aus einem Glasrohr herausragendes Stückchen Kupferdraht als aktive Elektrode in einer konzentrierten Lösung von Kupfersulfat wirkte genau ebenso als Unterbrecher, gleichfalls unter Eintritt einer Leuchterscheinung, wie Platin in Schwefelsäure. Der Versuch kann jedoch nur kurze Zeit fortgesetzt werden, da das Kupfer sehr schnell zerstäubt wird. Eine sichtbare Gasentwickelung findet nicht statt, sondern von der aktiven Kupferelektrode geht eine Flüssigkeitsströmung nach oben, die durch suspendiertes Kupferoxyd intensiv schwarz gefärbt ist. Die Unterbrecherwirkung tritt in diesem Falle erst bei Spannungen von ca. 30 Volt an ein.

Ebenso wichtig für eine Erklärung des Phänomens ist noch die Thatsache, daß das Platinieren einer aktiven Platinelektrode bei sonst unveränderten Bedingungen im Stromkreise nicht den geringsten Einfluß auf die Unterbrechungszahl hat.

Die negative Elektrode ist ohne Einfluß auf den Gang der Erscheinung; man wählt sie am besten natürlich aus einem Material, das von der Säure nicht angegriffen wird. Für verdünnte Schwefelsäure benutzte ich stets Bleiplatten als negative Elektroden. Nur in speziellen Fällen, wie weiter oben erwähnt wurde, benutzt man vorteilhafter Aluminiumelektroden.

Als aktive Elektroden haben sich bisher Platindrähte am besten bewährt.

4. Einfluß der Temperatur des Elektrolyten.

Um den Einfluß der Temperatur auf den Gang des Unterbrechers festzustellen, wurde derselbe (Fig. 2) durch einen Bunsenbrenner langsam erhitzt und unter Einschaltung eines Induktoriums geprüft. Das Resultat war folgendes. Bis zu 70° C. war kein wesentlicher Einfluß auf die Funkenlänge bemerkbar. Von dieser Temperatur ab wurde die Funkenlänge stetig geringer. Von ungefähr 95° an wurden die Unterbrechungen sehr unregelmäßig und schwach. Bei Anwendung von 12 bis 24 Volt und sehr großen Elektroden war es hingegen noch bei 100°, also dicht vor dem Siedepunkt (105° C.) des Elektrolyten, möglich, recht große Funken zu erhalten. Beim Siedepunkt selbst hört jedoch

die ganze Unterbrecherthätigkeit auf. Nur hin und wieder sind noch schwache Funken am Induktorium bemerkbar.

Bei lang dauerndem Betriebe mit großen Stromstärken erhitzt sich der Elektrolyt im Unterbrecher nicht unwesentlich. Es ist möglich, daß er schließlich zu solchen Temperaturen gelangt, bei denen, wie eben gezeigt, die Exaktheit der Unterbrechungen Einbuße erleidet. Es empfiehlt sich daher für Dauerbetrieb eine Kühlvorrichtung anzuwenden, z. B. indem man den ganzen Unterbrecher bis beinahe zum Rande in ein größeres Gefäß mit Wasser stellt, das man wiederum im äußersten Falle noch mit Eis abkühlen kann. Die elektrische Energie, die in dem Unterbrecher in Wärme umgesetzt wird, ist keineswegs gering. Rohe kalorimetrische Bestimmungen ergaben als Energieverlust im Unterbrecher 30 bis 80 Proz., je nach der Größe der Selbstinduktion und der angewandten Stromstärke und Spannung. Dieser Energieverlust, so groß er auch erscheinen mag, ist wohl kaum größer als bei den Platin- und Quecksilber-Unterbrechern, worüber allerdings noch keine Messungen vorliegen.

5. Einfluß des Druckes auf den Unterbrecher.

Der Einfluß des Druckes auf den Unterbrecher wurde mit der in Fig. 4 skizzierten Anordnung untersucht. Durch den Gummistopfen A, der ein umgekehrtes Pulverglas B luftdicht verschließt, sind 1. die aktive Elektrode C, 2. eine an einem dicken Draht D befindliche Bleiplatte E u. 3. ein Schenkel des T-förmigen Glasrohres F geschoben. Die Glasröhren C und F sind dort, wo sie aus dem Stopfen in das Innere der Flasche hineinragen, etwas aufgeblasen, damit sie nicht durch Druck herausgeschoben werden. Der Gummistopfen selbst wird noch durch die aus der Fig. 4 ersichtliche Anordnung fest in die

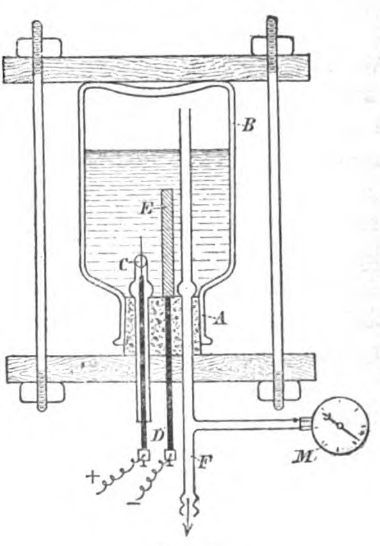


Fig. 4.

Mündung der Flasche gepreßt. An das T-förmige Rohr ist einerseits ein Manometer *M*, andererseits eine Kompressions- oder eine Saugpumpe angeschlossen. Das Pulverglas ist bis zu $^2/_3$ mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt.

Das erhaltene Resultat ist folgendes:

1. Die Unterbrechungszahl (Tonhöhe) steigt mit abnehmendem Druck und sinkt mit zunehmendem Druck.

2. Die Stromstärke (effektiv gemessen) steigt mit dem Druck.

a) Evakuiert bis auf 60 mm Hg: $J = 1{,}6$ Amp.

b) Atmosphärendruck: $J = 3{,}2$ „

c) 2 Atmosphären Überdruck: $J = 6{,}6$ „

Die Erklärung der Zunahme von J, trotz Abnahme der Unterbrechungszahl bei Zunahme des Druckes, ergiebt sich aus der verschiedenartigen Kurvenform des Stromes, worüber weiter unten berichtet wird (p. 108).

II. Vorgang an der aktiven Elektrode.

Um Aufschluß über den Vorgang an der aktiven Elektrode des elektrolytischen Unterbrechers zu erlangen, habe ich denselben stroboskopisch beobachtet. Die aktive Elektrode wurde mittels eines Projektionsapparates stark vergrößert auf einen Schirm projiziert. In den Strahlengang wurde eine auf der Achse eines Elektromotors sitzende Pappscheibe mit 6 kleinen runden Öffnungen gestellt, um dem Licht des Projektionsapparates eine beliebige Intermittenz erteilen zu können.

Wird der Unterbrecher in Thätigkeit gesetzt und die Tourenzahl der stroboskopischen Scheibe passend reguliert, so beobachtet man folgende Erscheinung:

An der aktiven Elektrode bildet sich eine langsam wachsende Gashülle aus, in der man lebhafte wirbelnde Bewegungen wahrnimmt. Die Gashülle wächst bis zu einer gewissen Größe, um dann plötzlich explosionsartig aus einander geschleudert zu werden.

Das explosionsartige Auseinanderschleudern der Gashülle rührt wohl nicht von einer thatsächlich stattfindenden Explosion her, sondern nur von dem Zerplatzen der Gashülle in viele kleine Bläschen, die überall nach oben wandern. Es würde alsdann die Bildung der Gashülle dem durch die verzögernde Wirkung der Selbstinduktion bedingten langsamen Ansteigen der Stromstärke entsprechen, während durch die Explosion der Gashülle

der Strom für einen Augenblick völlig unterbrochen ist. Sofort nach der Zerstörung der Gashülle berührt die Flüssigkeit die Elektrode wieder und der Prozeß beginnt von neuem.

III. Untersuchung der Gasschicht an der aktiven Elektrode.

1. Spektroskopische Untersuchung.

Eine vorläufige, nur mit den rohesten Hilfsmitteln ausgeführte spektroskopische Beobachtung der Leuchterscheinung an einer aktiven Elektrode aus Platindraht (in Glas eingeschmolzen) in verdünnter Schwefelsäure ergab folgendes:

a) Aktive Elektrode negativ.

Es tritt das Wasserstoffspektrum, die Natriumlinie nebst vielen anderen sehr hellen Linien auf. Die Natriumlinie rührt unzweifelhaft vom Glase her, in welches der Platindraht eingeschmolzen ist. Die übrigen Linien sind wohl dem Platin und vielleicht auch dem Elektrolyten zuzuschreiben. Ob Sauerstofflinien vorhanden sind, konnte ich nicht feststellen. Jedenfalls fehlten die charakteristischen zwei roten Linien des Sauerstoffs.

b) Aktive Elektrode positiv.

Es tritt nur das Wasserstoffspektrum und die Natriumlinie auf. Letztere rührt wieder vom Glase her.

Daß im letzteren Falle, wo an der aktiven Elektrode Sauerstoff entwickelt wird, doch nur die Wasserstofflinien zu sehen sind, beweist, daß der Sauerstoff nicht (oder doch nur sehr schwach) in den Zustand der Lichtemission gesetzt wird (sein Spektrum tritt ja überhaupt leicht neben denjenigen anderer Gase zurück), und daß außerdem noch auf irgend eine Weise Wasserstoff entwickelt wird, der, mit dem Sauerstoff durch den Stromübergang stark erhitzt, hauptsächlich die Lichtemission bewirkt.

Eine eingehendere spektroskopische Untersuchung verspricht sehr interessante Resultate, speziell bei Anwendung verschiedener Metalle und Elektrolyte.

2. Analytische Untersuchung.

Die Untersuchung der an den beiden Elektroden (aktive Elektrode wie bisher, die inaktive Elektrode bestand aus einer kleinen Platinplatte, die von unten in ein Gasauffangegefäß

geführt wurde) des Unterbrechers ausgeschiedenen und getrennt aufgefangenen Gasmengen ergab folgendes:

a) Aktive Elektrode positiv.

Das an der negativen Elektrode aufgefangene Gas erwies sich als Wasserstoff, vielleicht mit einer geringen Beimischung von Schwefelwasserstoff, da die Flamme des brennenden Gases etwas intensiver blau gefärbt war, als man es sonst bei Wasserstoff wahrnimmt.

An der aktiven Elektrode bildete sich bei Anwendung geringer Spannungen (24 Volt) ein schwach explosives Gemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff. Letzteres Gas überwog. Bei Anwendung höherer Spannungen (48—96 Volt) wird jedoch der Charakter des Gases stets explosiver, der Sauerstoff tritt immer mehr gegen das Knallgas zurück. Geringe andere Beimengungen wurden nicht näher untersucht.

b) Aktive Elektrode negativ.

Das an der positiven (inaktiven) Elektrode aufgefangene Gas erwies sich als reiner Sauerstoff.

An der aktiven (negativen) Elektrode bildete sich ein Gemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff. Letzterer war jedoch nur spurenweise vorhanden. Das Gas entzündete sich mit ganz schwacher Explosion und brannte dann ruhig wie reiner Wasserstoff weiter. Leider kann man in diesem Falle zur Untersuchung nur geringe Spannungen verwenden, da schon bei 24 Volt der Platindraht in kurzer Zeit völlig abschmilzt.

Die sonderbaren quantitativen Verhältnisse der an der aktiven Elektrode, falls dieselbe positiv ist, abgeschiedenen Gasmengen veranlasste mich zu folgendem Versuche:

In den Stromkreis der Batterie von 12—48 Akkumulatoren wurde eine Spule mit hoher Selbstinduktion, der vorher benutzte Unterbrecher (mit Vorrichtung zum Auffangen und Messen der abgeschiedenen Gasmengen versehen), sowie ein Kohlrausch'sches Knallgasvoltameter in Serie geschaltet. Ich benutzte letzteres Instrument, um einmal, ohne Korrektionen wegen Barometerstand, einen direkten Vergleich zwischen den in ihm entwickelten Gasmengen mit den am Unterbrecher abgeschiedenen zu haben, und zweitens, weil wegen der weiter unten beschriebenen sonderbaren Kurvenformen die Angaben eines gewöhnlichen Ampèremeters oder Hitzdrahtinstrumentes nicht ohne weiteres

mit den zersetzten Gasmengen im Unterbrecher verglichen werden können.

Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der erhaltenen Resultate bei Benutzung von 24, 48 und 96 Volt unter sonst ganz gleichen Bedingungen:

Angewandte Spannung	24 Volt	48 Volt	96 Volt
1. Am Voltameter gemessen in ccm (Knallgas)	52,0 ccm	45,5 ccm	20 ccm
2. An der negativen (inaktiven) Elektrode aufgefangen (Wasserstoff)	34,7	30,3	13,3
3. An der aktiven (positiven) Elektrode aufgefangen (Sauerstoff u. Knallgas)	22,5	55	58,5
4. Aus der an der negativen Elektrode aufgefangenen Gasmenge müßten an der aktiven Elektrode folgende Mengen Sauerstoff entstanden sein	17,3	15,2	6,7
5. Die Differenz von 3. u. 4. entspricht der entwickelten Knallgasmenge	5,2	39,8	51,8

Die Tabelle zeigt, daß die an der negativen Elektrode aufgefangene Menge Wasserstoff genau mit der am Kohlrausch'schen Voltameter gemessenen ($^2/_3$ der Knallgasmenge) übereinstimmt. Die Reihe 4 der Tabelle gibt die hieraus berechnete Menge Sauerstoff, die sich an der aktiven Elektrode hätte bilden müssen, während die Reihe 3 die wirklich an der aktiven Elektrode gemessene Gasmenge angibt. Die Differenz dieser letzten Werte (3 u. 4), die in Reihe 5 zusammengestellt sind, entsprechen dann wohl der außer dem Sauerstoff entwickelten Knallgasmenge.

Man sieht, wie bei höheren Spannungen, ganz der oben beschriebenen qualitativen Analyse entsprechend, im Verhältnis zu dem entwickelten Sauerstoff immer mehr und mehr Knallgas entwickelt wird. Deutlicher zum Ausdruck kommt diese Thatsache, wenn man aus der Tabelle diejenigen Volumina Knallgas berechnet, die bei den verschiedenen Spannungen außer 1 Volumen Sauerstoff entwickelt werden.

Zu 1 Volumen Sauerstoff kommen:

1. bei 24 Volt circa 0,3 Volumina Knallgas.
2. „ 48 „ „ 2,6 „ „
3. „ 96 „ „ 7,7 „ „

IV. Stromkurven des Unterbrechers.

Die Kurven des Unterbrechers wurden in der bekannten Weise mit einer Braun'schen Röhre und einem rotierenden Spiegel untersucht. Die Versuchsanordnung war dabei folgende (Fig. 5):

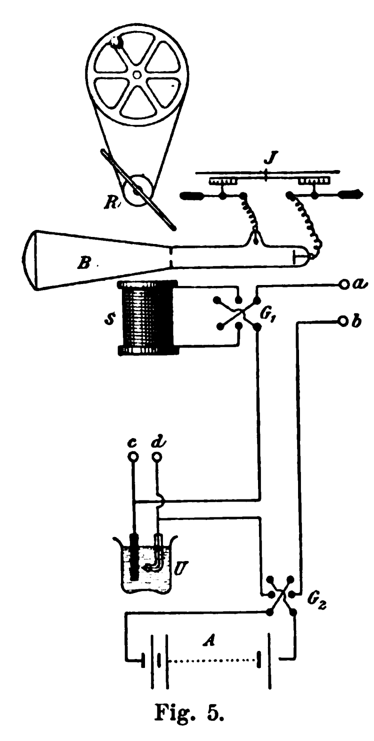


Fig. 5.

Neben der Braun'schen Röhre *B*, die durch die Influenzmaschine *J* gespeist wurde, war einerseits der rotierende Spiegel *R*, andererseits eine kleine, stets im Stromkreise befindliche Spule *S* aufgestellt. Die Stromrichtung in dieser Hilfsspule *S* konnte durch einen Umschalter C_1 stets so gewählt werden, daß das richtige Kurvenbild in dem rotierenden Spiegel entstand. An die Klemmen *a*, *b* wurden die zu untersuchenden Spulen oder Induktorien, an die Klemmen *c*, *d* parallel zum Unterbrecher *U* konnten Kondensatoren etc. gelegt werden. Durch einen Stromwender C_2 konnte in beliebiger Richtung der Strom einer Akkumulatorenbatterie *A* von 12 bis 48 Zellen in den gesamten Stromkreis gesandt werden.

Im folgenden sei das Ergebnis einiger Versuche mit dieser Anordnung beschrieben. In Ermangelung einer genügenden photographischen Einrichtung zum Aufnehmen der Kurven muß ich mich darauf beschränken, die Kurven durch Zeichnung wiederzugeben.

1. Unterschied der Kurven bei negativer und positiver aktiver Elektrode.

Die schon oben erwähnte Unregelmäßigkeit und geringe induktive Wirkung, falls die aktive Elektrode negativ ist, findet ihre Erklärung in dem beobachteten relativ langsamen Abfall der Kurve und der Unregelmäßigkeit derselben. Die Regelmäßigkeit und Exaktheit der Kurve hingegen, wenn die aktive Elektrode Anode ist, ist überraschend. Trotzdem der Lichtfleck der Braun'schen Röhre, die durch eine größere Influenzmaschine gespeist wurde, im sehr schnell rotierenden Spiegel nicht deutlich in einzelne Bilder zu zerlegen ist, sind in dem Teil der Kurve, der dem Stromabfall entspricht, nur ein oder wenige Lichtbilder zu beobachten, ein Beweis dafür, wie exakt der Strom unterbrochen wird. Irgend welche Nebenschwingungen sind nicht vorhanden. Der Strom steigt (wie Fig. 6, *1* zeigt) relativ langsam von Null bis zu einem Maximum an und fällt steil wieder auf Null, um ohne eine Pause sofort wieder anzusteigen.

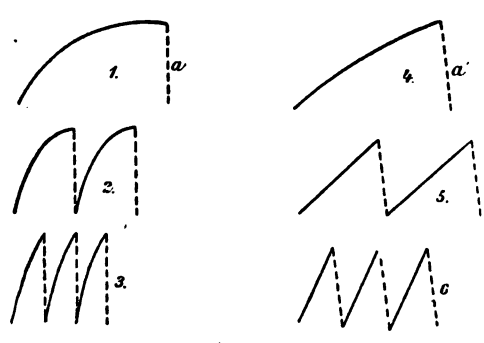


Fig. 6.

Die Erhöhung der Spannung bewirkt ein immer schnelleres Ansteigen des Stromes (Fig. 6, *1* bei 24 Volt, *2* bei 48 Volt, *3* bei 96 Volt), sodaß die Kurve schließlich fast in eine Zickzacklinie (Fig. 6, 3) übergeht.

2. Einfluß von Eisenkernen.

Das Einführen von unterteilten Eisenkernen in die Spulen bewirkt außer der schon oben erwähnten Verringerung der Tonhöhe auch eine bedeutende Verringerung der effektiven Stromstärke. Zumeist ist nach Einführung des Eisenkernes die an der Braun'schen Röhre beobachtete Maximalamplitude kleiner als ohne Eisen, wodurch sich schon an und für sich bei Annahme gleicher Kurvenform der Unterschied in der effektiven Stromstärke erklären würde. Mitunter bleibt jedoch, namentlich bei

Anwendung geringerer Betriebsspannung (z. B. 24 Volt) in beiden Fällen die Maximalamplitude des Stromes die gleiche. In letzterem Falle findet der große Unterschied der effektiven Stromstärken noch immer seine Erklärung durch die Verschiedenheit der Kurven.

In folgender Tabelle seien einige effektive Stromstärken angegeben, die unter ganz gleichartigen Bedingungen einmal mit und einmal ohne Eisenkern erhalten wurden. Die in der letzten Abteilung angegebenen Zahlen beziehen sich auf die gleich numerierten Kurven der Fig. 6:

Spannung in Volt	effektive Stromstärke in Amp.		Fig. Nr. 6	
	ohne Eisen	mit Eisen	ohne Eisen	mit Eisen
24	3,2	2,4	1	4
48	4,2	2,5	2	5
96	5,0	3,0	3	6

Eine Vergleichung der Kurven gibt sofort die Erklärung für die Unterschiede in der effektiven Stromstärke. Bei 24 Volt waren die Maximalamplituden annähernd die gleichen, also $a = a'$ (Fig. 6). Die Differenz von 0,8 Amp. in der Stromstärke ergibt sich jedoch durch den viel schnelleren Aufstieg und das viel längere Verweilen der Kurve (Fig. 6, *1*) auf einer der Maximalamplitude fast entsprechenden Höhe ohne Eisenkern im Gegensatze zu dem fast in gerader Linie bis zur Maximalamplitude ansteigenden Teil der Kurve (Fig. 6, *4*) mit Eisen in der Spule. Bei 48 Volt und bei 96 Volt sind sowohl die Maximalamplituden, als auch die Form der Kurven (Fig. 6, *2*, *3*, *5*, *6*) verschieden, woraus ohne weiteres die Unterschiede in der effektiven Stromstärke erklärlich sind. Der Stromabfall ist im allgemeinen, wenn Eisenkerne vorhanden sind, nicht ganz so schnell wie ohne Eisenkern. Der Unterschied in der Geschwindigkeit des Stromabfalles kommt in der verschiedenen Anzahl der Lichtbilder der Braun'schen Röhre während des Abfalles zum Ausdruck.

3. Rückwirkung von sekundären Spulen auf die Kurvenform.

Schaltet man an die Klemmen *a*, *b* (Fig. 5, p. 108) statt der bisher benutzten Spulen ein Induktorium, so ist man nun

in der Lage, die Kurvenformen des Unterbrechers bei verschiedener Belastung der sekundären Induktoriumspule zu beobachten.

Der Einfluß einer Belastung der sekundären Spule wirkt naturgemäß genau wie die Belastung der Sekundärspule eines Transformators, d. h. die effektive Stromstärke im Primärkreise steigt, wenn die Sekundärspule belastet wird. Die Steigerung der Stromstärke in der Primärspule wird bedingt durch Abnahme der Selbstinduktion derselben. Eine natürliche Folgerung ist in unserem Falle, daß auch die Unterbrechungszahl steigt.

Die Untersuchung der Kurven, die die Braun'sche Röhre bei gesteigerter Belastung der Sekundärspule (durch Verkürzung der Funkenstrecke erzielt) zeigt, sind im folgenden nebst den dabei abgelesenen Stromstärken angegeben. Benutzt wurde zu

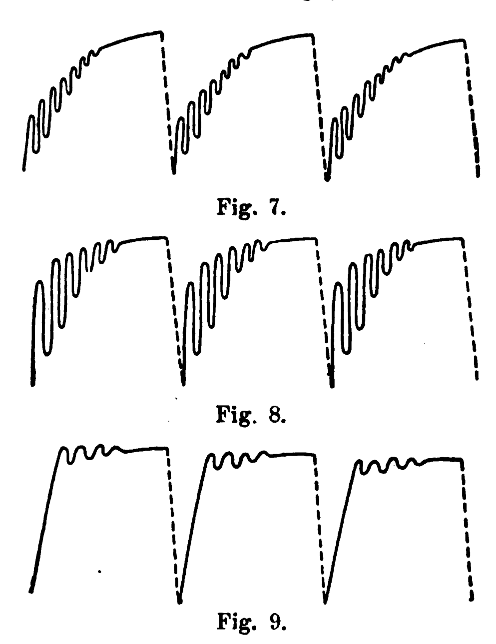


Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

diesem Versuch ein Funkeninduktorium für 30 cm Funkenlänge.

a) Sekundärspule unbelastet (keine Funken).
Stromstärke = 2,8 Amp.

Die Kurve zeigt im aufsteigenden Ast eine Anzahl langsam abklingender Schwingungen. Der Anstieg findet relativ lang-

sam statt. Der Abfall des Stromes und das Wiedereinsetzen desselben vollzieht sich so schnell, daß die Oscillationen der Sekundärspule nur den aufsteigenden Ast der Kurve beeinflussen können (Fig. 7).

b) Belastung der sekundären Spule mit 10 cm Funken.
Stromstärke = 3,2 Amp.

Der Anstieg der Kurve findet schneller statt. Die Oscillationen sind noch ausgeprägter als unter a). Fig. 8 zeigt die beobachtete Kurve.

c) Belastung der sekundären Spule mit 1 cm Funkenstrecke.
Stromstärke = 3,9 Amp.

Der Funke ist in einen Lichtbogen übergegangen. Der Anstieg der Kurve in Fig. 9 ist derart schnell, daß die Oscillationen der sekundären Spule, die in diesem Falle auch nur sehr gering sind, erst nach dem Anstieg in dem fast horizontal verlaufenden Teil der Kurve zum Ausdruck kommen.

d) Sekundäre Spule kurz geschlossen.
Stromstärke = 3,8 Amp.

Die Kurve zeigt keinerlei Schwingungen mehr an, sondern sie ist genau so, als wenn keine sekundäre Spule vorhanden ist, also ähnlich wie die Kurven in Fig. 6.

Die benutzte Spannung war bei dieser Untersuchung nur 24 Volt, um keine allzuhohen Unterbrechungszahlen und dadurch zu schwierige Zerlegung der Kurvenbilder im rotierenden Spiegel zu erhalten. Im übrigen treten bei höheren Spannungen genau dieselben Erscheinungen auf, nur vollzieht sich alles viel schneller.

Beachtet man die bei jeder Belastung a bis d angegebene Stromstärke, so bemerkt man, daß dieselbe ein Maximum ist, wenn zwischen den Enden der Sekundärspule ein Lichtbogen übergeht. In diesem Falle ist der Ton auch am höchsten, die Selbstinduktion des Induktoriums am geringsten. Dieses Resultat steht im guten Einklang mit der häufig gemachten Beobachtung, daß, wenigstens bei älteren Induktorien, der Unterbrecher gern aussetzt, d. h. also der Stromumschlag durch ständiges Glühen der aktiven Elektrode eintritt, wenn zwischen den Enden der Sekundärspule ein Lichtbogen von gewisser Länge übergeht, während hingegen bei Funkenstrecken, die

länger oder kürzer sind als diese kritische Länge, der Unterbrecher nicht aussetzt.

4. Einfluß von Kapazitäten an den Klemmen des Unterbrechers.

Eine Spule von ca. 600 Drahtwindungen, in die ein Eisenkern eingeschoben werden konnte, bildete mit der Hilfsspule für die Braun'sche Röhre und dem Unterbrecher einen Stromkreis. Legt man an die Klemmen des Unterbrechers (Klemmen *c*, *d* in Fig. 5, p. 108) Kapazitäten, so beobachtet man folgende Erscheinungen:

a) Eisenkern in der Spule.

Stromstärke ohne Kapazität = 2,48 Amp. Ton hoch,
„ mit „ = 2,22 „ „ tief.

Bei Anlegung der Kapazität an die Klemmen des Unterbrechers sinkt die Stromstärke und mit ihr die Unterbrechungszahl. Die Kurve, die ohne Kapazität gerade auf der Abscissenachse steht, geht bei Anlegung der Kapazität tief unter die Abscissenachse herunter. Die Maximalamplitude wird dadurch bedeutend erhöht. In Fig. 10 bedeutet die ausgezogene Kurve diejenige ohne, die gestrichelte diejenige mit angelegter Kapazität. Der Ton bleibt regelmäßig. Die Lichterscheinung an der aktiven Elektrode wird wesentlich schwächer bei Anlegung der Kapazität.

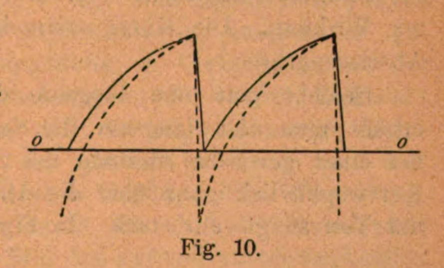


Fig. 10.

b) Spule ohne Eisenkern.

Stromstärke ohne Kapazität = 3,54 Amp. Ton rein.
„ mit „ = 2,8 „ „ unrein.

Bei Anhängung der Kapazität wird die Stromstärke geringer und der Ton tiefer und sehr unrein. Die Kurve wird unstet und geht tief unter die Abscissenachse herunter (Fig. 10). Die Lichterscheinung an der aktiven Elektrode nimmt ganz den Charakter einer negativen Elektrode an, d. h. das sonst rötlichgelbe Licht geht in ein intensiv bläuliches Licht über. Zu diesen Versuchen wurde als Kapazität der Kondensator eines großen

Induktoriums benutzt. Seine Kapazität war ca. 2,4 Mikrofarad. Kleine Kapazitäten, z. B. 0,5 Mikrofarad, wirkten ähnlich, nur nicht so intensiv.

6. Selbstinduktion und Kapazität an den Klemmen des Unterbrechers.

Schaltet man bei der eben benutzten Anordnung vor den Kondensator (2,4 Mikrofarad) noch eine Spule von ca. 600 Windungen, in die sich ein Eisenkern hineinschieben läßt, so nehmen die Kurven je nach der Größe der Selbstinduktion ein eigentümliches Aussehen an.

Befindet sich der Eisenkern noch nicht in der Spule, so hat die geringe Selbstinduktion der Spule noch keinen bemerkenswerten Einfluß. Beim Anlegen des Systems aus Kondensator und Selbstinduktion in Serie an die Klemmen des Unterbrechers sinkt genau, wie vorher in 4. beschrieben, die Stromstärke und die Unterbrechungszahl, d. h. der Kondensator allein nur kommt zur Wirkung. Die Kurve erstreckt sich wieder tief unter die Abscissenachse.

Schiebt man nun langsam den Eisenkern in die Spule, erhöht man also langsam die Selbstinduktion, so erhebt sich bei einer gewissen Stellung des Eisenkernes in der Spule die Kurve plötzlich ganz über die Abscissenachse. Der Strom und der Ton steigt sehr stark. In Fig. 11 bedeutet die ausgezogene Kurve die bei geringer, die gestrichelte die bei hoher Selbstinduktion erhaltene. Eine Zwischenstellung, bei der die Kurve wie gewöhnlich auf der Achse steht, konnte ich nicht erhalten, sondern ich konnte nur eine Stellung des Eisenkernes finden, bei der die Kurve ganz unregelmäßig hin und her sprang, d. h. teilweise tief unter die Achse herunterging, teilweise hoch über derselben stand.

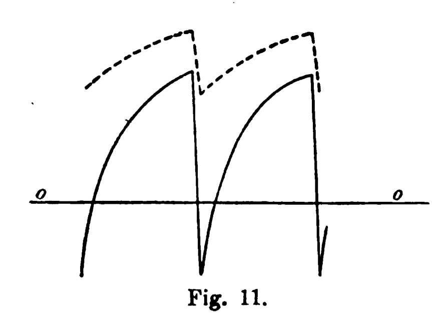


Fig. 11.

Schaltet man ein Induktorium in Serie mit der Kapazität an die Klemmen des Unterbrechers, so erzielt man zwischen den

Enden der Sekundärspule Funken, deren Aufeinanderfolge genau dem Rhythmus des Unterbrechers entspricht. Man hat somit durch beliebige Variation der Selbstinduktion im ersten Stromkreise (Batterie, Spule, Unterbrecher) die Möglichkeit, im zweiten Stromkreise (Kondensator, Induktorium an den Klemmen des Unterbrechers) ein Induktorium mit beliebig hoher oder geringer Unterbrechungszahl zu betreiben.

6. Zusammenhang zwischen dem Vorgang an der aktiven Elektrode und der Kurvenform.

Behufs genauerer Einsicht in den Mechanismus des elektrolytischen Unterbrechers ist es nötig, zu ermitteln, in welchem Zusammenhange die Vorgänge an der Elektrode mit der durch die Braun'sche Röhre wiedergegebenen Stromkurve stehen.

Die oben erwähnte stroboskopische Beobachtung hatte gezeigt, wie an der aktiven Elektrode sich eine allmählich wachsende Gashülle ausbildet, in der sich starke Bewegungen zeigen und die schließlich explosionsartig auseinander geschleudert wird. Diese Beobachtung in Verbindung mit der kurzen Dauer der Leuchterscheinung an der aktiven Elektrode läßt von vornherein vermuten, daß die explosionsartige Lichterscheinung das Unterbrechen des Stromes zur Folge hat. Der im folgenden beschriebene Versuch bestätigt diese Vermutung.

Mit Hilfe zweier Linsen wurde ein Bild der leuchtenden aktiven Elektrode, sowie ein Bild des auf und ab schwankenden Lichtfleckes der Braun'schen Röhre auf einen weißen Pappschirm projiziert. Durch geeignete Anordnung wurde erlangt, daß das Bild der aktiven Elektrode eine beliebige Stellung auf der projizierten Lichtlinie der Braun'schen Röhre einnahm.

Wählt man nun die Linsenstellung derart, daß das Lichtbild des Unterbrechers *a* (Fig. 12, *1*) gerade am höchsten Punkte der Lichtlinie *b* (Fig. 12, *1*) der Braun'schen Röhre steht, und betrachtet das Gesamtbild im rotierenden Spiegel, so zeigt sich das Aufblitzen an der Elektrode stets an dem höchsten Punkte der Kurve, also gerade dort, wo der Strom unterbrochen wird. Verlegt man hingegen den Lichtfleck *a* an das untere Ende von *b* (Fig. 12, *2*), so zeigt der rotierende Spiegel, daß *a* nun wieder genau senkrecht unter dem höchsten Punkte der Kurve liegt, also getrennt von dem wieder aufsteigenden Kurvenast.

Der Versuch lehrt daher, daß die explosionsartige Leuchterscheinung an der aktiven Elektrode mit dem ersten Abreißen des Stromes zusammenfällt.

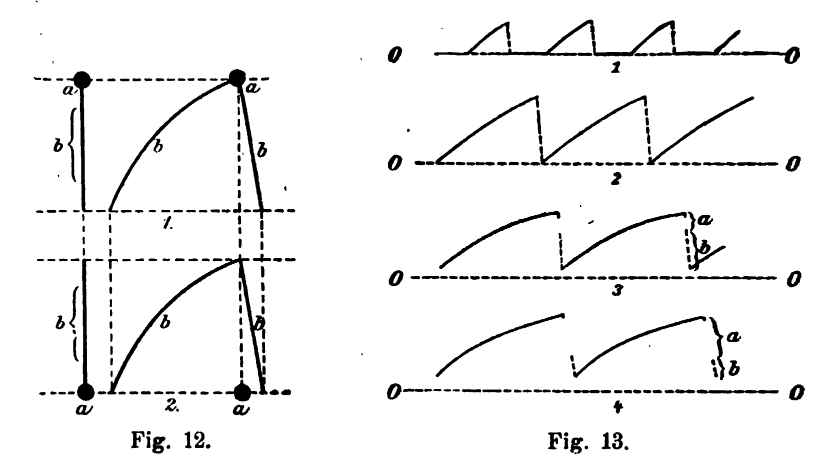


Fig. 12. Fig. 13.

7. Einfluß des Druckes auf die Kurvenform.

Der Umstand, daß eine Druckerhöhung eine Verringerung der sekundlichen Unterbrechungszahl, sowie eine Erhöhung der effektiven (mit Hitzdrahtampèremeter gemessenen) Stromstärke (vgl. p. 103) bewirkt, kommt bei Beobachtung der Kurvenbilder gut zum Ausdruck. Fig. 13, *1* stellt die Kurve dar bei einem Vakuum von ca. 60 mm Hg. Die Stromstärke ist sehr gering, die Unterbrechungszahl am höchsten. Die geringe Stromstärke erklärt sich aus der langen Dauer der Oeffnung des Stromes. Die Kurve hat mehr die Form wie bei den Metallunterbrechern, nur fehlen nach den Unterbrechungen die Schwingungen; ein Zeichen, daß keine wesentliche Kapazität vorhanden ist.

Fig. 13, *2* zeigt die Kurve unter gewöhnlichem Luftdruck.

Fig. 13, *3* ist die Kurve bei einer Atmosphäre Ueberdruck. Die Unterbrechungszahl ist geringer. Die Stromstärke ist gestiegen, da die ganze Kurve sich etwas über die Abscissenachse erhoben hat. Eigentümlich ist der Abfall der Kurve gestaltet. Er scheint aus einem kurzen Stückchen *a* zu bestehen, während dessen der Strom so schnell abfällt, daß in diesem kurzen Zeitraum keine Entladung durch die Braun'sche Röhre geht, und aus einem größeren Teil *b*, der aus mehreren aufeinanderfolgenden

Entladungen der Braun'schen Röhre besteht, also relativ langsamer abfällt als der Teil *a*. Noch ausgesprochener erscheint diese Eigentümlichkeit bei der Kurve der Fig. 13, *4*, die bei 2 Atmosphären Ueberdruck beobachtet wurde. Hier ist der schnellere Abfall *a* größer als der langsamere Abfall *b*. Die Kurve steht sehr hoch über der Abscissenachse. Dies ist ein Zeichen, daß außer dem unterbrochenen noch ein konstanter Strom den Apparat durchfließt. Die Stromstärke ist hier sehr hoch, die Unterbrechungszahl sehr gering.

V. Versuch einer Erklärung der Unterbrecherwirkung.

Herr P. Spies und ich haben an anderer Stelle[1]) die Vermutung ausgesprochen, daß man den Vorgang am elektrolytischen Unterbrecher als ein Schwingungsphänomen auffassen könne. Die Vermutung, es hier mit einem Schwingungsphänomen zu thun zu haben, liegt allerdings zuerst sehr nahe. Man hat eine Selbstinduktion im Kreise, und es bildet sich eine mit der Selbstinduktion wachsende Schwingungsdauer des Systems aus Man braucht nun nur noch anzunehmen, daß sich an der aktiven Elektrode des elektrolytischen Unterbrechers je nach der angewandten Stromstärke oder Spannung stets eine solche Kapazität ausbildet, daß die drei Größen nach der Formel $t = \pi \sqrt{LC}$ unter einander in Beziehung stehen.

Veranlassung zu dieser Vermutung gab uns erstens die Durchführung der Berechnung nach der ebengenannten Formel an einem willkürlich herausgegriffenen Versuch. Für diesen besonderen Fall betrug die Selbstinduktion der angewandten Spule $L = 0{,}003$ Quadrant, die Schwingungsdauer $t = {}^1/_{700}$ Sek. Die hiernach berechnete Kapazität ergibt sich zu $C = 17{,}2$ Mikrofarad. Größen von dieser Ordnung haben sich bekanntlich mehrfach bei Messungen von Polarisationskapazitäten ergeben. Als zweite Veranlassung zur Annahme des schwingenden Systems diente uns die Beobachtung[2]), daß an den Klemmen des Unterbrechers stets fast die doppelte der zum Betriebe verwandten effektiven Spannung vorhanden ist. Ein solcher Fall ist in der

---

1) P. Spies und A. Wehnelt, Verhandl. der Deutschen physik. Gesellschaft **2**, p. 53. 1899.

2) A. Wehnelt, Elektrotechn. Zeitschr. **4**, p. 76. 1899.

Wechselstromtechnik unter dem Namen der Spannungsresonanz bekannt; er tritt ein, wenn Selbstinduktion und Kapazität in Serie geschaltet sind und wenn die Schwingungsdauer dieses Systems mit der Dauer einer halben Periode des angewandten Wechselstroms übereinstimmt.

Da indessen bisher noch nicht der Beweis geliefert ist, daß eine elektrolytische Kapazität ebenso wie eine elektrostatische zu Schwingungen Veranlassung geben kann, und da weitere Versuche gezeigt haben, daß der Strom auch von sogenannten unpolarisierbaren Elektroden (vgl. p. 102), z. B. von Kupferelektroden, in Kupfervitriollösung unterbrochen wird, und daß ferner das Platinieren der aktiven Elektrode nicht den mindesten Einfluß auf die Schwingungsdauer des Systems hat, so wird man sich einstweilen mit einer rein mechanischen Vorstellung des Vorganges an der aktiven Elektrode begnügen müssen.

Das Bild, das ich mir einstweilen nach dem Ergebnis aller in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Versuche von dem Vorgang gemacht habe, ist in kurzem folgendes:

Durch die Gegenkraft der Selbstinduktion kann die Stromstärke im Schließungskreise nur langsam ansteigen. Es wird daher zuerst nur durch Elektrolyse Sauerstoff abgeschieden. Von einer gewissen Stromstärke an entsteht außer dem Sauerstoff durch die starke Wärme auch noch Dampf des Elektrolyten, bis schließlich das Gemisch aus Dampf und Sauerstoff einen völligen Mantel um die Elektrode bildet und, da die erhitzten Gase elektrisch leitend sind, somit zu einem Stromübergang, innerhalb des Gasgemisches, zwischen Elektrolyt und aktiver Elektrode als Elektroden Veranlassung gibt. Durch die starke Wärmeentwickelung wird nun ein Teil des Elektrolyts in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt. Durch die neu gebildeten Gase und durch die starke Ausdehnung derselben durch den Stromdurchgang wird schließlich die Entfernung zwischen Elektrolyt und aktiver Elektrode so groß, daß der Strom nicht mehr im stande ist, den Zwischenraum zu überbrücken, sondern unter Bildung einer dem Oeffnungsfunken entsprechenden starken Lichterscheinung plötzlich abreißt und dadurch unterbrochen wird. Die Gasblasen steigen in die Höhe, die Flüssigkeit kommt in neuen Kontakt mit dem nicht sehr stark erhitzten Platindraht, und der Vorgang wiederholt sich so periodisch

immer wieder von neuem; jede Verringerung der Selbstinduktion oder jede Erhöhung der Spannung bewirkt, daß die kritische Stromstärke schneller erreicht wird, und daß somit durch die schon viel frühzeitiger erfolgte Bogenbildung das durch Elektrolyse entwickelte Gas (Sauerstoff) immer mehr und mehr gegen das durch Hitzewirkung entstandene Gas zurückbleibt. Eine allzu starke Verminderung der Selbstinduktion bewirkt, daß der ja immerhin heiß werdende Platindraht keine Zeit mehr hat, sich abzukühlen. Die Flüssigkeit trifft beim Zusammenfallen den heißen Draht, und es entsteht nun die von Hrn. F. Richarz[1]) als Leidenfrost'sches Phänomen bezeichnete Erscheinung. Daß trotz scheinbaren sofortigen Eintrittes des Stromumschlages, wenn keine Selbstinduktion im Stromkreise vorhanden ist, doch im ersten Augenblicke des Stromschlusses ein kurzer, starker Stromstoß den Apparat durchfließt, zeigt der kurze starke Ausschlag eines Ampèremeters im Stromkreise deutlich an.

Diese letzte Thatsache ist schon seit langem bekannt und wurde auch schon von W. Spottiswoode[2]) zur Konstruktion eines Unterbrechers benutzt. Er benutzte ein gewöhnliches Unterbrechungsrad, ließ jedoch die Kontaktfeder nicht direkt auf der Peripherie des Rades schleifen, sondern er bewirkte den Kontakt durch einen zwischen Rad und Feder durchfließenden Strom verdünnter Schwefelsäure. Stehen sich die Kontakte gegenüber, so tritt ein kurzer Stromstoß und gleich darauf Stromumschlag ein. Hierauf wird durch den isolierenden Zwischenraum des Kontaktrades der Strom dann völlig unterbrochen. Beim Passieren des nächsten Kontaktes wiederholt sich dasselbe Spiel von neuem. W. Spottiswoode gibt an, auf diese Weise bis zu 1000 sehr regelmäßigen Unterbrechungen in der Sekunde gelangt zu sein.

Der Stromübergang von der aktiven Elektrode zum Elektrolyten ist hier nicht als Lichtbogen im gewöhnlichen Sinne des Wortes aufzufassen, sondern die Entladung hat wohl mehr den Charakter der Entladung in Geissler'schen Röhren. Das Maximum der Energie, also auch das Maximum der Wärme-

1) F. Richarz, Wied. Ann. **39**, p. 84. 1890.

2) W. Spottiswoode, Proc. Roy. Soc. **25**, p. 547—550. 1871; Wied. Beibl. **1**, p. 295. 1877.

entwickelung wird an der Kathode erzeugt, in diesem Falle also am Elektrolyt, während der Platindraht relativ kühl bleibt und so immer wieder Veranlassung gibt zum Wiedereinsetzen der Erscheinung. Ist jedoch die aktive Elektrode negativ, so wird der Vorgang im übrigen ein ähnlicher sein, nur wird jetzt am aktiven Platindraht die stärkste Wärme entwickelt, und in der That schmilzt derselbe ja auch sehr schnell ab.

VI. Andere Formen des Unterbrechers.

Eine noch größere Wahrscheinlichkeit gewinnt die im vorhergehenden Abschnitt gegebene Erklärung des Phänomens durch eine bei einem Versuche mit regulierbarer Elektrode gemachte Beobachtung.

Bei einem Versuche gebrauchte ich behufs bequemer Regulierfähigkeit der aktiven Elektrode die in Fig. 14 gezeichnete Anordnung. In ein Gefäß *A*, gefüllt mit verdünnter Schwefelsäure, in dem am Boden eine Bleiplatte *B* mit Zuleitung als negative Elektrode lag, tauchte von oben ein Glasrohr *C*, das mit seinem eng ausgezogenen Ende in die Schwefelsäure eintauchte. Innerhalb dieses Rohres befand sich ein Kupferdraht *D* mit angelötetem Platindraht *E* als aktive Elektrode. Durch Heraus-

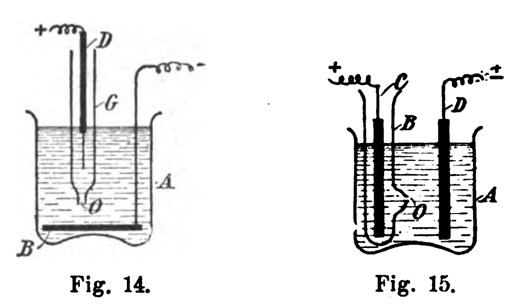


Fig. 14. Fig. 15.

ziehen des Drahtes *D* war man in der Lage, den Strom beliebig zu schwächen, während der Apparat in Thätigkeit war.

Es ergab sich nun im Verlaufe des Versuches die sonderbare Thatsache, daß der den Apparat durchfließende Strom auch noch scharf und exakt unterbrochen wurde, wenngleich der Platindraht *E* sich ganz innerhalb des Rohres *C* befand (Fig. 14). Die Leuchterscheinung war hingegen nicht mehr am Platindraht, sondern jetzt an der Mündung *O* des Rohres *C*.

So sonderbar diese Erscheinung im ersten Augenblicke scheint, so ist sie doch genau identisch mit dem Vorgang an der aktiven Elektrode im Unterbrecher, nur daß jetzt das an der Mündung entstehende Gas reines Knallgas ist, da ja kein durch Elektrolyse abgeschiedenes Gas dort entsteht. Der dünne Flüssigkeitsfaden an der Mündung *O* wird durch den Strom erhitzt und zu Dampf verwandelt. Dieser leitet wiederum den Strom unter Zersetzung des Elektrolytes und führt schließlich zum Abreißen des Stromes, genau wie beim elektrolytischen Unterbrecher.

An dieser Stelle erwähne ich noch, daß während des Stromdurchganges durch die von der Oeffnung *O* nach oben steigenden Gase beständig Flüssigkeit in die Röhre gepumpt wird. Dieselbe steigt daher sehr schnell in dem Rohr und fließt schließlich oben über.

Der Gedanke, auch diese Form des elektrolytischen Unterbrechers praktisch zu benutzen, scheitert leider an dem sehr großen Widerstande, den diese Form dem Strome darbietet. Eine etwas günstigere Form zeigt Fig. 15. In einem Gefäß *A* mit verdünnter Schwefelsäure befindet sich ein Reagensglas *B* mit einer kleinen seitwärts aufgeblasenen Oeffnung *O*. Eine Elektrode aus Bleidraht *C* taucht in das Reagensglas *B*, eine gleiche zweite in das Gefäß *A*.

Ein Induktorium von 30 cm Funkenlänge, mit diesem Unterbrecher betrieben, gab recht gute Wirkungen. Bei ca. 40 Volt sprach er an; bei 96 Volt gestattete er die normale Funkenlänge bei ca. 50—60 Unterbrechungen in der Sekunde zu erreichen.

Die Vorteile dieser Form des Unterbrechers sind kurz folgende:

1. Auf die Polarität der Elektroden braucht im allgemeinen nicht geachtet zu werden. Es ist gleichgültig, welche der Elektroden positiv oder negativ ist.

2. Der Strom wird auch unterbrochen, wenn keine Selbstinduktion im Stromkreise ist, da ja ein Stromumschlag, wie er weiter oben beschrieben ist, nicht eintreten kann. Diese Eigenschaft ist allerdings geeignet, dieser Form des Unterbrechers einige Anwendungen zu verschaffen. Bemerkenswert ist der Unterschied der Erscheinung an der Rohrmündung mit und ohne Selbstinduktion im Stromkreise. Bei Vorhandensein der-

selben tritt die durch den Oeffnungskreis bedingte Leuchterscheinung ein, wogegen ohne Selbstinduktion kein oder doch nur ein sehr schwaches Leuchten bemerkbar ist.

Die Leuchterscheinung bei Anwesenheit von Selbstinduktion ist etwas verschieden je nach der Richtung, in der der Strom den Apparat durchfließt. Fließt der Strom bei dem Apparat (Fig. 15) von der Elektrode *C* nach *D*, das heißt, tritt er also aus dem Reagensglas heraus, so ist die Leuchterscheinung durch verbrennendes Natrium bedeutend lebhafter gelb gefärbt, als wenn der Strom in der umgekehrten Richtung fließt. Diese Thatsache weist darauf hin, daß im ersteren Falle die Rohrmündung (sie liegt in diesem Falle wieder auf der Kathodenseite des Stromüberganges in den heißen Dämpfen) stärker abgenutzt wird als im letzteren Falle.

Diesen eben geschilderten Vorteilen stehen nun leider solche Nachteile gegenüber, daß für die weitaus meisten Fälle die ursprüngliche Form des elektrolytischen Unterbrechers benutzt werden muß. Die Nachteile sind kurz folgende:

1. Die Unterbrechungen erfolgen viel langsamer.

2. Der Unterbrecher besitzt einen sehr hohen Eigenwiderstand, so daß er erst bei sehr viel höheren Spannungen anspricht als die gewöhnliche Form des Unterbrechers. So spricht z. B. die in Fig. 14 gezeichnete Form erst bei 80 Volt, die in Fig. 15 erst bei ca. 40 Volt an bei Benutzung eines Induktoriums, das, mit dem eigentlichen elektrolytischen Unterbrecher betrieben, schon bei 12 Volt Funken gibt.

3. Die Glaswände der Mündung *O* (Fig 15) sind einer sehr schnellen Zerstörung ausgesetzt. Man kann die Zerstörung jedoch etwas einschränken durch geeignete Wahl der Stromrichtung im Apparat.

VII. Konstruktion des Unterbrechers.[1])

Nachdem im vorhergehenden die bei der Wirksamkeit des elektrolytischen Unterbrechers auftretenden Erscheinungen beschrieben, der Einfluß verschiedener Umstände erörtert und der

---

1) Die Ausführung sowie den Vertrieb des Unterbrechers haben die Firma Ferdinand Ernecke, Berlin, und die Aktiengesellschaft Siemens & Halske, Berlin, übernommen.



Versuch einer Erklärung gemacht ist, sei im folgenden die Konstruktion des Unterbrechers genauer beschrieben:

Die im ersten Teile der Arbeit beschriebene Konstruktion der aktiven Elektrode (Platindraht in Glas eingeschmolzen, Stromzuführung durch Quecksilber bewirkt) leidet an dem großen Nachteil, daß die Einschmelzstellen sehr leicht springen. Während diese Form der aktiven Elektrode zu Messungen allerdings die geeignetste ist, hat sich für länger anhaltende Versuche bisher folgende Form als sehr brauchbar erwiesen.

Ein mit einer Klemme *a* (Fig. 16) versehener starker Kupferdraht *b* ist an seinem unteren Ende zweimal rechtwinklig umgebogen. An das Ende desselben ist der Platindraht *c* hart angelötet. Ueber das untere, zweimal gebogene Ende des Kupferdrahtes ist ein Stückchen eines sehr starkwandigen Gummischlauches *d* geschoben. Die innere Weite des Gummischlauches muß so eng sein, daß derselbe den Kupferstab ganz dicht umschließt, da anderenfalls Säure am Kupferstab entlang getrieben wird, um schließlich aus der Mündung des isolierenden Glasrohres *e* springbrunnenartig hervorgeschleudert zu werden. Der Platindraht *c* wird von einem Glasrohr *f* umgeben, das an einem Ende durch Ausziehen so verengt ist, daß es den Platindraht zwar eng umschließt, ihm jedoch noch so viel Freiheit läßt, daß durch mehr oder weniger Einschieben des Glasrohres (*e*) in den Gummischlauch *d* ein größeres oder kleineres Stück des Platindrahtes dem Elektrolyt ausgesetzt wird. Es ist gut, sich mehrere Glasspitzen anzufertigen, da dieselben allmählich durch die Vorgänge an der Elektrode zerstört werden.

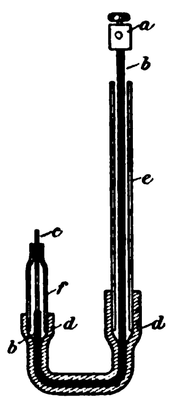


Fig. 16.

Eine für die Praxis sehr geeignete Form wird von der Firma Ferdinand Ernecke in den Handel gebracht. Dieser Unterbrecher besteht aus einem viereckigen Glasgefäß mit Hartgummideckel. Als negative Elektrode dient eine Bleiplatte, die mit einer Klemme oben auf dem Deckel verbunden ist. Die aktive Elektrode ist seitwärts dicht über dem Boden des Gefäßes eingeführt und ist regulierbar. Sie besteht aus einem Hartgummirohr (*a*) (Fig. 17), welches von der Seite oder besser

von unten durch die Gefäßwand des Unterbrechers eingeführt wird. Die Abdichtung geschieht durch die Weichgummipackungen (*b*), die durch die Hartgummimutter (*d*) fest an die Gefäßwand angepreßt werden. Der Platindraht (*e*) ist an einen vorn mit Gewinde versehenen Kupferstab (*f*) hart angelöthet. Beim Drehen des Kupferstabes (*f*) an der Hartgummikordel (*g*) schiebt sich der Platindraht (*e*) aus einer auf das Ende des Hartgummi-

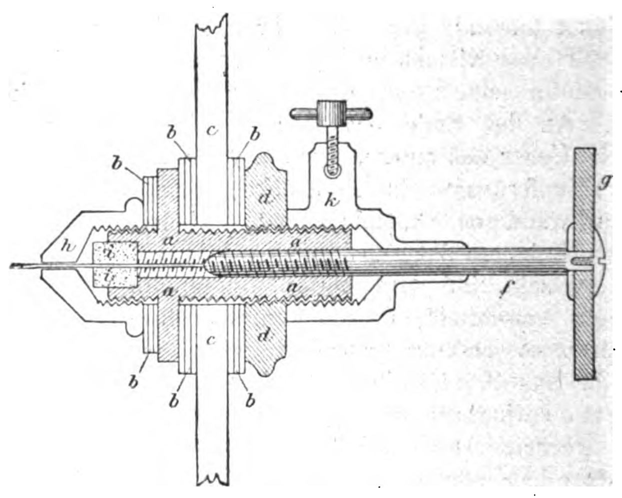


Fig. 17.

rohres geschraubten hitze- und säurebeständigen isolierenden Spitze (*h*) heraus. Zur Vermeidung des Durchdringens der Säure durch das Hartgummirohr ist innerhalb desselben ein Gummipfropfen (*i*) angebracht. Die Stromzuführung geschieht durch die Klemme (*k*).

Die Spitze (*h*) wurde zuerst aus Speckstein hergestellt. Da aber der Speckstein leicht springt, wird sie jetzt aus Porzellan gefertigt, was sich bis jetzt sehr gut bewährt hat. Um etwaigen Explosionen des sich im oberen Raume entwickelnden Knallgases vorzubeugen, empfiehlt es sich, das von der aktiven Elektrode abgeschiedene Gas getrennt von dem übrigen aus dem Unterbrecher fortzuleiten. Einer allzu starken Erwärmung der Schwefelsäure bei lang dauerndem Betrieb beugt man durch Wasserkühlung vor.

VIII. Anwendungen des Unterbrechers.

Mit diesem Unterbrecher läßt sich eine große Zahl von Versuchen anstellen, die zum Teil ganz eigenartige Resultate ergeben.

1. Anwendung zur Erregung von Induktorien.

Die Hauptanwendung des Unterbrechers ist bisher die zum Betriebe von Induktorien. Die Ueberlegenheit des elektrolytischen Unterbrechers gegen alle mechanischen Unterbrecher kommt jedoch erst bei Anwendung von 40—50 Volt Spannung zur Geltung, er wird daher am vorteilhaftesten nur dort Verwendung finden, wo Anschluß an eine Lichtleitung von mindestens 65 Volt oder besser 110 Volt vorhanden ist. Während bei allen mechanischen Unterbrechern naturgemäß die Funkenlänge bei Steigerung der Unterbrechungszahl abnimmt, findet beim elektrolytischen Unterbrecher das Umgekehrte statt, die Unterbrechungszahl steigt zugleich mit der Funkenlänge bei Erhöhung der Spannung. Der Fortfall des Kondensators sowie die Möglichkeit, beliebig starke Ströme exakt zu unterbrechen, werden dem Unterbrecher voraussichtlich noch ein größeres praktisches Anwendungsgebiet eröffnen.

Das Geräusch, das der Unterbrecher macht, ist allerdings sehr lästig. Da nun nur zwei Zuleitungen zum Induktorium gebraucht werden, so empfiehlt es sich, den Unterbrecher möglichst entfernt aufzustellen

Von den Versuchen, die ich bisher mit dem Unterbrecher in Verbindung mit Induktorien angestellt habe. seien hierunter einige kurz erwähnt:

a) Erscheinungen bei der Entladung in Luft von Atmosphärendruck.

Bei Anwendung von 110 Volt und eines Induktoriums von 30 cm Funkenlänge geht bei Abständen bis zu 15 cm zwischen Spitze und Platte ein starker, glänzender Lichtbogen über. Nimmt man statt Spitze und Platte zwei Spitzen, so steigt der Lichtbogen in der Mitte zwischen beiden Spitzen stark in die Höhe und bildet hier eine spitze, sehr heiße Flamme. Papier und Holz entflammt, dort hingehalten, sofort. Die Erscheinung ist genau dieselbe, wie man sie in kleinerem Maßstabe bei Wechselstromlichtbogen sehr hoher Spannung wahrnimmt.

Entfernt man Spitze und Platte über 15 cm hinaus, so geht die Entladung in Form von außerordentlich glänzenden, gewebeartig verschlungenen Funken über.

Das hier benutzte Induktorium von 30 cm Funkenlänge scheint besonders günstig für den elektrolytischen Unterbrecher zu sein. Schon bei Anwendung von 6 Akkumulatoren, also ca. 12 Volt, spricht der Unterbrecher, allerdings unregelmäßig, an. Die Funkenlänge beträgt bis zu 5 cm. Bei 24 Volt ist die Unterbrechungszahl und auch die Funkenlänge schon dem schnell schwingenden Deprezunterbrecher ebenbürtig. Die maximale Funkenlänge ist von ungefähr 40 Volt an zu erreichen.

Bedeutend ist die Steigerung der Leistungsfähigkeit kleinerer Induktorien. So gestattete z. B. ein Induktorium für maximal 3 cm Funkenlänge zwischen Spitze und Platte einen Lichtbogen von 10,5 cm Länge zu ziehen, bei Anwendung von 110 Volt Betriebsspannung.

Bei größeren Induktorien für 50 cm und für 70 cm Funkenlänge ist allerdings nicht mehr die normale Funkenlänge zu erzielen.

Aeltere Induktorien haben meist eine zu dickdrähtige Sekundärbewickelung, so daß bei starker Belastung derselben die Selbstinduktion der Primärspule so verringert wird, daß im Unterbrecher Stromumschlag eintritt. Es empfiehlt sich, für solche Fälle einen induktiven Widerstand vorzuschalten.[1])

b) Erscheinungen in gasverdünnten Räumen.

Läßt man die Entladung eines 30 cm-Induktoriums durch eine ca. 1 m lange, 4 cm weite Röhre mit aufgekitteten metallenen Endplatten als Elektroden bei so hohen Drucken gehen, daß nur ein ganz schmales, rotes positives Lichtband vorhanden ist, so ist, von der Seite gesehen, oft eine wellenförmig flutende Bewegung desselben zu beobachten, die beim Betrachten in Richtung der Rohrachse schraubenförmig gewunden erscheint.

Die Lichtemission von Geissler'schen Röhren ist sehr stark, jedoch darf man dieselben nur kurze Zeit eingeschaltet

---

1) Die Firma Ferdinand Ernecke, Berlin, fertigt für diesen Zweck Kurbelwiderstände aus Eisendraht an. Die letzten Kontakte des Widerstandes sind mit auf Eisenstäben gewickelten Kupferspulen verbunden.



lassen, da sie sich sehr stark erhitzen und auch die Elektroden sehr leicht schmelzen.

Betrachtet man eine solche Spektralröhre im rotierenden Spiegel, so bemerkt man, daß die sehr breiten, hellen Bilder (die große Breite läßt auf eine sehr lange Dauer der Entladung schließen) immer paarweise sehr dicht mit einem ganz schmalen, dunklen Zwischenraum zusammen liegen. Die einzelnen Paare sind durch einen etwas breiteren dunklen Zwischenraum von einander getrennt. Diese Erscheinung ist erklärlich durch das rasche Aufeinanderfolgen von Stromabfall und Stromanstieg, während bis zu dem darauffolgenden Abfall relativ mehr Zeit vergeht.

c) Verwendung zur Erzeugung von Röntgenstrahlen.

Größere Schwierigkeiten stellten sich zuerst der Anwendung des Unterbrechers zur Erzeugung von Röntgenstrahlen entgegen. Die bisher gebrauchten Röhren hielten die großen Energiemengen nicht aus. Sowohl die Antikathoden, als auch die Kathoden selbst schmolzen schon im Bruchteil einer Sekunde weg. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Firma Ferdinand Ernecke war es mir möglich, Röntgenröhren mit stark hinterlegten Antikathoden sowie besonders starken Kathoden zu probieren, welche die Entladungen längere Zeit auszuhalten vermögen.

Herrn Dr. B. Donath, welchem ich an dieser Stelle für seine Bemühungen meinen besten Dank sage, ist es gelungen, in meinem Laboratorium mit Hilfe eines Funkeninduktoriums von 30 cm Funkenlänge und des elektrolytischen Unterbrechers vorzügliche photographische Aufnahmen des Brustkorbes in Bruchteilen einer Sekunde sowie des Beckens einer erwachsenen Person in wenigen Sekunden zu erzielen.[1])

Wichtig für die Technik der Röntgendurchleuchtungen ist noch die Möglichkeit, ganz kleine Induktorien zum Betriebe von Röntgenröhren zu benutzen. So gab z. B. ein kleines Induktorium von normal 2—3 cm Funkenlänge in Luft einen Lichtbogen von

1) Näher beschrieben in dem Buche des Herrn Dr. B. Donath: „Die Einrichtungen zur Erzeugung der Röntgenstrahlen und ihr Gebrauch“, Berlin 1899. Verlag von Reuther & Reichard.



10,5 cm Länge und gestattete mit einer Röntgenröhre schon vorzügliche Durchleuchtung der Extremitäten erwachsener Personen.

d) Anwendung für die Erzeugung von Metallspektren.

Die Entladungen einer zum Induktorium parallel geschalteten Leydener Flasche zwischen Cadmiumspitzen geben ein sehr starkes Licht. Das Spektrum, mit Quarzlinse und Prisma auf einen Baryumplatincyanürschirm projiziert, war weit in das ultraviolette Gebiet zu verfolgen. Die große Lichtstärke wird voraussichtlich die Spektraluntersuchungen im Ultraviolett wesentlich erleichtern.

e) Anwendung zur Ozonerzeugung.

Die Eigenschaft des Unterbrechers, keine Zeit für die induktive Wirkung unbenutzt zu lassen, kommt der technischen Ozonerzeugung sehr zu statten. Wählt man am Induktor sehr geringe Funkenlänge, jedoch äußerst schnelle Unterbrechungen, so ist die Ozonerzeugung außerordentlich stark. Auch beim Einschalten zu harter Röntgenröhren wird durch die an den Zuleitungsdrähten auftretenden starken Büschelentladungen so lebhaft Ozon erzeugt, daß es sich für den Experimentierenden sehr unangenehm fühlbar macht.

f) Verwendung für die Teslaversuche.

Die gewöhnliche Anordnung mit einer Leydener Flasche hat sich nicht bewährt. Man erhält eigentümlicherweise nur sehr schwache Wirkungen am Teslatransformator. Die Leydener Flasche absorbiert bei so hohen Unterbrechungszahlen alle Energie, was sich auch durch eine sehr schnelle Erwärmung des Glases bemerkbar macht. Vorteilhafter ist es, zwei Leydener Flaschen in Hintereinanderschaltung zu verwenden. Man verbindet die Außenbelegung zweier Flaschen mit der Primärspule des Teslaapparates. Die Innenbelegungen verbindet man einerseits mit dem Induktorium unter Zwischenschaltung einer Funkenstrecke zwischen Spitze und Platte, um nur die Oeffnungsströme zu verwenden, andererseits mit einer Zinkkugelfunkenstrecke. Die Effekte an der Teslaspule sind dann schon bei Anwendung kleiner Induktorien ganz hervorragende.

g) Anwendung für die Telegraphie nach Marconi.

Die Einfachheit in der Behandlung sowie die sofortige Betriebsbereitschaft machen den Unterbrecher auch für dieses Ge-

biet besonders geeignet, zumal da er nicht wie die Motorunterbrecher auch während der Pausen zwischen den einzelnen Zeichen Energie verbraucht.

2. Anwendung des Unterbrechers zu den Versuchen von Elihu Thomson.

Die bekannten Abstoßungsversuche durch Phasenverschiebung von Elihu Thomson, die bisher nur mit Wechselstrom angestellt wurden, lassen sich in ebenso vollkommener Weise mit Hilfe des Unterbrechers mit Gleichstrom anstellen. So konnte von einem ca. 40 cm langen Kern aus weichen Eisendrähten mit einer kleinen Spule ein Aluminiumring ca. 1 m hoch emporgeschleudert werden. Die angewandte Spannung betrug dabei 110 Volt, der Strom 5—6 Ampères.

3. Versuche mit Transformatoren.[1])

Die hohe effektive Spannung an den Klemmen einer Spule mit Selbstinduktion beim Betriebe mit dem elektrolytischen Unterbrecher findet ihre Erklärung in der eigenartigen Stromkurve des Unterbrechers. Im Augenblick der Stromunterbrechung muß bei der Schnelligkeit des Stromabfalles eine ganz bedeutende Spannung durch die Selbstinduktion entstehen. Diese im Verein mit der durch den Schließungsstrom an den Klemmen der Spule vorhandenen Spannung genügt vollkommen zur Erklärung der hohen effektiven Klemmenspannung, ohne Annahme eines besonderen Resonanzphänomens.

Diese Erhöhung der effektiven Klemmenspannung bewirkt bei Anwendung des Unterbrechers in Verbindung mit Wechselstromtransformatoren eine scheinbare Vergrößerung des Transformationsverhältnisses. So gab z. B. ein Transformator mit dem Übersetzungsverhältnis 1 : 10 bei Anwendung von primär 110 Volt an den Klemmen der Sekundärwickelung nicht eine Spannung von 1100 Volt, sondern von etwas über 2200, also einem Transformationsverhältnis 1 : 20 entsprechend. Da jedoch die primäre Klemmenspannung auch über 220 Volt beträgt trotz der angewandten 110 Volt, so bleibt das Transformationsverhältnis doch dasselbe wie bei Anwendung eines reinen Wechselstromes.

---

1) A. Wehnelt, l. c.; P. Spiess u. A. Wehnelt, l. c.

Transformiert man den durch den ersten Apparat herauftransformierten Strom durch einen gleichen zweiten wieder herunter und belastet diesen zweiten Transformator durch successives Einschalten von Glühlampen, so ändert sich aus den oben schon mehrfach angedeuteten Gründen die Unterbrechungszahl (Tonhöhe) des Unterbrechers. Durch passende Auswahl der Glühlampen (8, 16, 25 oder 32kerzige Lampen) kann man erreichen, daß mit jedem Zuschalten einer geeigneten Glühlampe sich der Ton des Unterbrechers um einen ganzen Ton erhöht, und man kann somit gewissermaßen aus dem Unterbrecher ein musikalisches Instrument herstellen, dessen Töne indes nichts weniger als rein sind, sondern das ein recht unangenehmes Geräusch, allerdings von musikalisch definierbarer Tonhöhe, von sich gibt.

Charlottenburg, im April 1899.

Über die Änderung der spezifischen Wärmen wässeriger Salzlösungen mit der Temperatur.

Von Heinrich Teudt.

Einleitung.

Die Frage, ob und wie sich die spezifischen Wärmen wässeriger Salzlösungen mit der Temperatur ändern, ist zur Zeit noch wenig untersucht worden.

Nach Gumlich und Wiebe[1]) nimmt die spezifische Wärme einer Magnesiumchloridlösung von —12° bis 0° mit der Temperatur zu. Abgesehen von dieser Notiz liegen derartige Bestimmungen, soweit mir bekannt ist, nur von Marignac[2]) vor, und zwar in einer größeren Experimentaluntersuchung, welche den Zweck verfolgte, stöchiometrische Beziehungen der spezifischen Wärmen von Salzen in ihren Lösungen aufzusuchen. Marignac bestimmte die spezifische Wärme einer Anzahl Salzlösungen zwischen 50° bis 20°, sowie zwischen 25° und 20°, indem er einerseits die zu untersuchende Lösung in einem Platinkölbchen auf 50° erwärmte und in ein mit Wasser von 20° gefülltes Kalorimeter tauchte, anderseits aber die Salzlösung selbst in das Kalorimeter brachte, und dann das Platinkölbchen mit Wasser von 50° in dasselbe tauchte. Untersucht wurde so eine Anzahl Chloride, Sulfate, Nitrate, Karbonate und Acetate von Na, Ca, Sr, Ba, Mg, Cu und Pb. Die Konzentration der Lösungen war derartig, daß auf ein Molekel Salz 50, 100 und 200 Molekeln Wasser kamen. Die untersuchten Salzlösungen zeigten bei 50° eine spezifische Wärme, welche niemals mehr als 0,7% größer war, als die bei 20°. Diese Differenz überschritt kaum die Fehlergrenzen, und Marignac glaubte daher schließen zu dürfen, daß die spezifische Wärme wässeriger Salzlösungen sich nur

1) Gumlich und Wiebe. Wied. Ann. Beibl. 22, 833.

2) Marignac. Annales de Chimie et de Physique. V. Serie 1876. T. A.

unbedeutend mit der Temperatur ändere. Da auch Regnault[1]) ein ähnliches Verhalten bei der spezifischen Wärme des Wassers gefunden hatte, so schien die Richtigkeit dieses Schlusses unzweifelhaft. Untersuchungen über die Aenderung von spezifischen Wärmen wässeriger Salzlösungen bei höheren Temperaturen als 50° sind bis jetzt nicht veröffentlicht worden. Wohl aber ist inzwischen durch eine Anzahl Arbeiten über die spezifische Wärme des Wassers nachgewiesen worden, daß Regnault's Resultat nicht richtig ist. Vielmehr nimmt nach fast sämtlichen Forschern die spezifische Wärme des Wassers zwischen 50° und 90° mit der Temperatur zu. Da nun das Wasser den Hauptbestandteil der wässerigen Salzlösungen bildet, kann auch bei diesen eine Zunahme der spezifischen Wärmen mit der Temperatur erwartet werden.

Die Kenntnis der Gesetze, nach welcher sich die spezifischen Wärmen wässeriger Salzlösungen beim Erhitzen ändern, dürfte besonders deshalb von großem Interesse sein, weil Konstitutionsänderungen, welche sie beim Erwärmen erleiden und welche mit einer Wärmetönung verbunden sind, in der spezifischen Wärme zum Ausdruck kommen. Aendert sich letztere gewöhnlich in regelmäßiger Weise mit der Temperatur, so wird man, sobald die Lösung eines Salzes ein von den übrigen abweichendes Verhalten zeigt, schließen dürfen, daß in derselben innere Umlagerungen vor sich gehen. Um festzustellen, ob sich letztere durch Bestimmen der betreffenden spezifischen Wärmen nachweisen lassen, veranlaßte mich Herr Professor Dr. E. Wiedemann die Aenderung der spezifischen Wärmen mit der Temperatur bei einer Anzahl geeigneter wässeriger Salzlösungen zu prüfen. Es wurden zuerst die Lösungen von Salzen, welche bei einfacher chemischer Zusammensetzung keinerlei Anomalien zeigen, untersucht. Nachdem an diesen die unten mitgeteilten Regelmäßigkeiten festgestellt waren, wurde zur Prüfung von solchen Salzen übergegangen, bei welchen Unregelmäßigkeiten erwartet werden konnten.

Da zur Beurteilung von Fragen, welche sich auf spezifische Wärme wässeriger Salzlösungen beziehen, die Kenntnis der spezifischen Wärme des Wassers, als des Hauptbestandteiles

1) Regnault. Mém. de l'Acad. 21, 729. Pogg. Ann. 79, 241. 1850.

derselben, von großer Bedeutung ist, sei es mir zunächst gestattet, auszuführen, mit welcher Genauigkeit die Aenderung der spezifischen Wärme des Wassers mit der Temperatur zur Zeit erforscht ist.

Spezifische Wärme des Wassers.

Nach älteren Untersuchungen von De Luc[1]), Flaugergues[2]) und Ure[3]) nimmt die spezifische Wärme des Wassers mit steigender Temperatur ab, während Neumann eine Zunahme derselben fand. Als unbedingt richtig wurden darauf, etwa zwei Jahrzehnte lang, die von Regnault[4]) gefundenen Werte für die spezifische Wärme des Wassers betrachtet. Nach ihm war die Aenderung derselben mit der Temperatur nur sehr gering. Die mittlere spezifische Wärme zwischen 15° und 100° betrug 1,00709 bis 1,00890, wenn diejenige zwischen 10 und 15 gleich 1 gesetzt wurde. Bei dem großen Vertrauen, welches den Arbeiten Regnault's entgegengebracht wurde, erregte eine etwa 20 Jahre nach Regnault's Versuchen erscheinende Arbeit von Pfaundler und Platter[5]) großes Erstaunen, da nach derselben die Aenderung der spezifischen Wärme des Wassers bei steigender Temperatur etwa 200mal größer war. Wenn auch Pfaundler und Platter später eine Fehlerquelle bei ihren Versuchen entdeckten und infolgedessen ihre Resultate zurückzogen, so ist doch ihrer Arbeit das Verdienst zuzuschreiben, daß sie zu zahlreichen Untersuchungen über das Verhältnis der spezifischen Wärme des Wassers zur Temperatur Anlaß gegeben hat. Die Resultate der wichtigsten derselben sind, soweit sie sich über eine größere

1) De Luc. Gehlers Wörterbuch, 2. Aufl. Band IX, p. 844.
2) Flaugergues. Journal de physique. T. L. XXVII, p. 283.
3) Ure. Ann. of philos. 1817. T. X, p. 273.
4) Regnault. Mém. de l'Acad. 21. 729. — Pogg. Ann. 79, 241. 1850.
5) Pfaundler und Platter. Pogg. Ann. 140, 574. 1870.
6) Jamin Amaury. Comptes rendus L. XX, 661.
7) M. Stamo. Wied. Bbl. 3.
8) Henrichsen. Wied. Ann. 8.
9) v. Münchhausen. Wüllner. Wied. Ann. 1, 592.
10) Baumgartner. Wied. Ann. 8.
11) Velten. Inauguraldissertation. Bonn 1883. Wied. Ann. 21.
12) E. Luding. Beibl. z. Ann. 20, p. 765.
13) Rapp in Landolt u. Bernstein, Physikal.-chem. Tabellen.

Name des Forschers.	Versuchsbedingungen.	Formel für die wahre spezifische Wärme.	Spez. Wärme bei 100.
Jamin und Amaury [6]).	Das Wasser wurde durch einen galvanischen Strom erwärmt.	$c = 1 + 0,00110\,t + 0,00000012\,t^2$	1,122
Marie Stamo [7]).	Wasser von bestimmter höherer Temperatur wurde in ein mit Kupferkörnern locker angefülltes Kalorimeter gegossen.	$c = 1 + 0,001255\,t$	1,1255
Henrichsen [8]).	Eiskalorimeter. Das Wasser wurde in einem zugelöteten Silbergefäss erwärmt.	$c = 1 + 0,0003156\,t + 0,000004045\,t^2$	1,0720
v. Münchhausen [9]).	Mischungsmethode.	$c = 1 + 0,000425\,t$	1,0425
Baumgartner [10]).	Siedendes Wasser wurde in das Kalorimeter gegossen.	$c = 1 + 0,000307$	1,0307
Velten [11]).	Aus eigenen nach der Mischungsmethode und mit dem Eiskalorimeter ausgeführten Versuchen, unter Zuhilfenahme der Resultate von Münchhausen und Rowland berechnet	$c = 1 - 0,00146255\,t + 0,00002380\,t^2 - 0,000000107\,t^3$	1,0056
E. Ludin [12]).		$c = 1 - 0,00076668\,t + 0,000019598\,t^2 - 0,0000001162\,t^3$	1,0021
Rapp [13]).		$c = 1,039925 - 0,007068\,t + 0,00021255\,t^2 - 0,000001584\,t^3$	0,8765

NB. Anm. 6—13 siehe S. 133.

Anzahl von Temperaturen erstrecken und zur Aufstellung einer Formel geführt haben, in umstehender Tabelle (S. 134) angegeben.

Außer den dort mitgeteilten Werten sind noch einige Arbeiten namhaft zu machen, welche sich nur mit der spezifischen Wärme des Wassers bei niederen Temperaturen beschäftigen (unter 30—40°). Gerosa[1]) findet, daß die spezifische Wärme des Wassers in dem Temperaturintervall zwischen 5° bis 24° steigt, während Rowland[2]) bei seinen Versuchen über das mechanische Wärmeäquivalent eine Abnahme der spezifischen Wärme zwischen 5° bis 29° konstatierte. Auch Bartoli und Stracciati[3]) fanden bei ihren ausgedehnten Untersuchungen der spezifischen Wärme des Wassers von 0° bis 30°, daß dieselbe bis etwa 24° abnehme, um dann wieder größer zu werden. Auch Griffith[4]) fand ein ähnliches Resultat. Bei den Versuchen von Johanson[5]) aber, welcher das Wasser durch eine von einem elektrischen Strom durchflossene Platinspirale erwärmte, zeigte dasselbe eine starke Zunahme seiner spezifischen Wärme. Schon bei 24° betrug dieselbe 1,022.

Vergleicht man die mitgeteilten Resultate, so sieht man, daß dieselben wenig Uebereinstimmung untereinander zeigen. „Leider müssen wir als Resultat dieser ausgedehnten Untersuchungen erkennen“, sagt A. Wüllner[6]) am Schluß einer längeren Abhandlung über diesen Gegenstand, „daß wir über den Gang und die Werte der spezifischen Wärme des Wassers ganz und gar im unsicheren sind. Nicht zwei Beobachter finden vollständig übereinstimmende Resultate. Nur das scheint nach den Beobachtungen von Rowland, Velten, Bartoli und Stracciati festzustehen, und auch die Versuche von Rapp sprechen dafür, daß die spezifische Wärme des Wassers von 0° und noch tieferer Temperatur an zunächst mit wachsender Tem-

1) G. Gerosa. Atti della R. Accademia dei Lincei (3). Bd. 10, p. 75.

2) Rowland. Proceedings of the American Academy of arts and sciences. Cambridge 1880.

3) Bartoli und Stracciati. Nuovo Cemento 3. Serie T. XXXII, p. 19. 97. 115.

4) Griffith. Philos. Transactions of the Royal Society of London. Vol. CLXXXIV. A, p. 361. 1893.

5) Johannson. Wied. Ann. Beibl. 5, p. 508.

6) A. Wüllner. Physik. 5. Aufl. Bd. 3, p. 505.

peratur bis etwa 20° oder 30° abnimmt und dann wächst, nach Rowland und Velten wenig, nach anderen mehr."

Die Thatsache, daß die von den verschiedenen Forschern gefundenen Werte für die spezifischen Wärmen des Wassers um mehr als 10% von einander abweichen, während die Versuchsfehler bei den einzelnen Methoden immer unter 1 bis 2% liegen, kann durch zwei verschiedene Annahmen über die Konstitution des Wassers erklärt werden. Röntgen[1]) schließt aus den Anomalien, welche das Wasser in Bezug auf seine Dichte u. s. w. zeigt, daß dasselbe, wenigstens bei niederer Temperatur, einen aus H^2O bestehenden eisartigen Körper gelöst enthalte. Diese Annahme wird jedoch von C. E. Guillaume[2]) bestritten. Derselbe erklärt die Anomalien des Wassers vielmehr dadurch, daß dasselbe komplexe Moleküle bildet, welche beim Erwärmen allmählich in einfachere zerfallen. Eine derartige Konstitution des Wassers würde leicht bewirken können, daß dasselbe infolge verschiedener Versuchsbedingungen bei derselben Temperatur verschiedene spezifischen Wärmen zeigt. Denn in vielen Fällen ist der durch Erwärmen bewirkte Zerfall komplizierterer Molekularverbindungen nicht allein von der Temperatur, sondern auch noch von sekundären Einflüssen abhängig, manchmal von dem Vorhandensein von Körpern mit rauhen Oberflächen, welche eine katalytische Wirkung auszuüben scheinen. Zeigt nun das Wasser ein ähnliches Verhalten, so ist es begreiflich, daß seine spezifische Wärme bei derselben Temperatur verschieden groß sein kann, je nachdem eine größere oder kleinere Anzahl der komplizierteren Moleküle bereits zerfallen ist.

Betrachtet man in Rücksicht auf diesen Gedankengang die oben mitgeteilten spezifischen Wärmen, so findet man in der That, dass dieselben regelmäßig größer sind, wenn das Wasser mittelst Drahtspiralen durch einen elektrischen Strom erhitzt wurde, wie bei Jamin, Amaury und Johannson, oder im warmen Zustande in möglichst nahe Berührung mit Kupfer (Stamo) oder Silber (Henrichsen) kam, während die Resultate kleiner ausfallen, sobald eine Berührung des warmen Wassers mit diesen Metallen vermieden ist.

---

1) Röntgen. Wied. Ann. 45, p. 91.

2) C. E. Guillaume. Revue générale des sciences 9, p. 201 bis 202. 1898.

Um für Wasser und für die Lösungen der einzelnen Salze in demselben vergleichbare Resultate zu bekommen, habe ich die spezifischen Wärmen derselben genau unter gleichen Versuchsbedingungen geprüft, in der Annahme, daß in diesem Falle ein etwaiger Zerfall komplizierterer Moleküle in einfachere immer in gleichem Maße vor sich gehen würde, und infolgedessen Eigentümlichkeiten, welche bei den spezifischen Wärmen einiger Salze vorkommen können, nicht durch einen unregelmäßigen Zerfall von Wassermolekeln verdeckt oder vorgetäuscht werden.

Versuchsanordnung.

Die Versuche wurden nach der Mischungsmethode ausgeführt, und zwar dem Prinzip nach in derselben Weise, wie Schiff[1]) die spezifischen Wärmen flüssiger organischer Verbindungen bestimmt hat; doch wurden die Formen der einzelnen Apparate teilweise vereinfacht, teilweise, entsprechend den verschiedenen Endzwecken der Schiff'schen und der in dieser Arbeit mitgeteilten Versuchen, passend umgeändert.

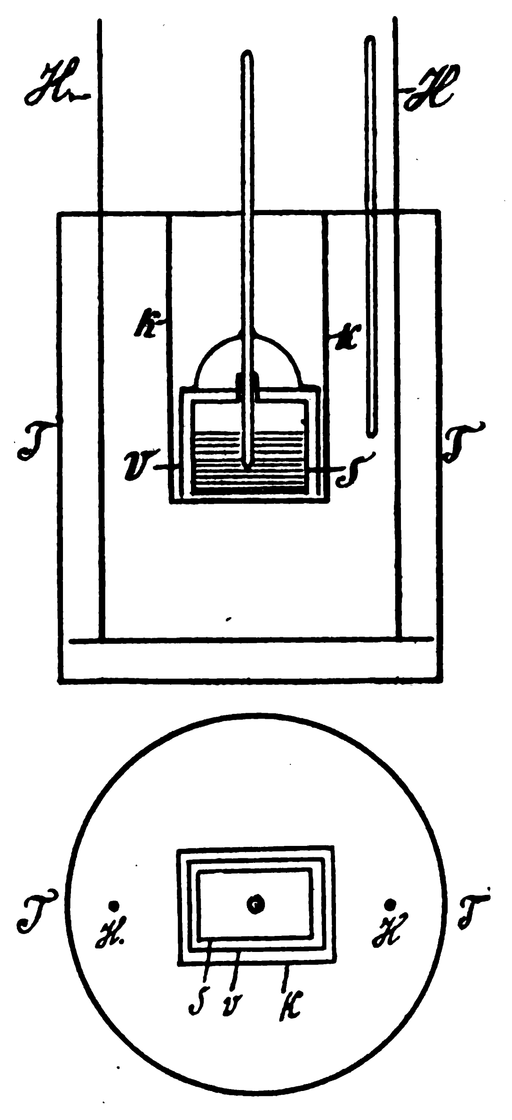
Zur Aufnahme der Flüssigkeit, deren spezifische Wärme bestimmt werden sollte, diente ein prismatisches Gefäß von 5 cm Höhe und Breite und 1 cm Tiefe. Dasselbe war aus Silber gefertigt und mit Silber hart gelötet.

Obgleich weder saure noch alkalische Flüssigkeiten, sondern nur Lösungen von neutralen Salzen untersucht wurden, zeigten die Vorversuche, daß Gefäße aus Kupfer oder Weißblech, welche mit Zinn gelötet waren, nicht gebraucht werden konnten, da das Zinn innerhalb weniger Tage schon von destilliertem Wasser merklich angegriffen und zu Metazinnsäure oxydiert wurde.

Zum Erwärmen dieses Silbergefäßes mit seinem Inhalt diente folgende Einrichtung. Ein großer eiserner Topf *T*, welcher etwa 35 cm hoch war und einen Durchmesser von 30 cm hatte, war mit Wasser gefüllt und oben mit einem aus einer Scheibe von Eisenblech bestehenden Deckel *D* bedeckt. An demselben war ein oben offener, in das Wasser schachtartig hereinragender Kasten *K* aus Kupferblech befestigt Die Dimensionen desselben waren so gewählt, daß das Silbergefäß mit einer später zu erwähnenden Metallhülse leicht hineingesenkt und herausgehoben

1) Schiff. Lieb. Ann. 244, 300. 1886.

werden konnte, während der Boden desselben sich etwa 10 cm unter der Oberfläche des Wassers befand. Als Rührer, um die



Temperatur des Wassers im Topfe T auszugleichen, diente eine Rührscheibe S aus Eisenblech, welche an zwei Handhaben H

herauf und herunter bewegt werden konnte. Die ganze Vorrichtung stand auf einem Dreifuß und wurde durch einen Bunsenbrenner erwärmt. Bei dieser Vorrichtung konnte die gewünschte Temperatur durch einfaches Regulieren der Flamme erhalten werden, während bei dem Schiff'schen Apparate, bei welchem die betreffenden Substanzen mittels sie umspülender Dämpfe erwärmt werden, für jede Temperatur eine besondere Verdampfungsflüssigkeit nötig ist, und Untersuchungen überhaupt nur bei solchen Temperaturen ausgeführt werden können, bei denen der Siedepunkt einer geeigneten Flüssigkeit liegt. Anderseits zeigte der von mir benutzte Erwärmungsapparat gegenüber dem Schiff'schen den Nachteil, daß es ziemlich lang dauerte, bis er sich auf eine konstante Temperatur einstellte. Es wurden daher von mir zwei solche Vorrichtungen benutzt, und in der Zeit, in welcher in der einen das Silbergefäß auf eine konstante Temperatur erwärmt wurde, die andere auf jene Temperatur gebracht, bei welcher der nächste Versuch ausgeführt werden sollte. Jede dieser beiden Erwärmungsvorrichtungen war mit einem Gestell aus Pappe umgeben, welche an ihrer äußeren Seite mit Stanniolpapier beklebt war, um die Strahlung in den umgebenen Raum und auf das in der Nähe stehende Kalorimeter zu vermeiden.

Zum Messen der Temperatur der Flüssigkeit im Silbergefäße, deren spezifische Wärme bestimmt werden sollte, diente ein Stabthermometer, welches die Temperatur von -10° bis $+100^{\circ}$C. angab. Die einzelnen Grade waren in 0,2 geteilt, so daß man mit der Lupe noch 0,05 ablesen konnte. Dies Thermometer zeigte, verglichen mit einem Normalthermometer, welches in der Physikalisch-technischen Reichsanstalt zu Charlottenburg geaicht war, eine zwischen 16 und 90 konstante Differenz von $+$ 1,00. Das Thermometer war mittels eines Stückchen Korks in den Hals des Silbergefäßes eingesetzt und diente nach dem Vorgang von Regnault sowie von Bartoli und Stracciati als Handhabe für dasselbe.

Bei fast allen nach dem Prinzip der Mischungsmethode ausgeführten Bestimmungen von spezifischen Wärmen war eine Fehlerquelle dadurch entstanden, daß bei der Ueberführung des zu untersuchenden Körpers vom Erwärmungsgefäß zum Kalorimeter ein nicht genau zu ermittelnder Bruchteil der in dem betreffenden Körper enthaltenen Wärme durch Strahlung verloren

geht. Diesen Verlust vermied ich dadurch, daß ich über das Silbergefäß eine dasselbe völlig bedeckende, aus Kupferblech bestehende Hülse *V* schob. Diese wurde dann gleichzeitig mit dem Silbergefäß in dem oben beschriebenen Erwärmungsapparat erhitzt und schützte dieses bei der Ueberführung zum Kalorimeter gegen Wärmeverlust durch Strahlung. Beim Eintauchen in das Kalorimeter wurde die Kupferhülse an einer dazu bestimmten Handhabe *F* zurückgehalten, so daß das Silbergefäß allein einsank.

Das Kalorimeter bestand aus einem cylindrischen Gefäße aus sehr dünnem Messingblech, welches galvanisch vernickelt war. Es war 10 cm hoch, und hatte einen Durchmesser von 6,5 cm. Sein Inhalt betrug 325 ccm. In dasselbe wurden vor jedem Versuche 285 ccm Wasser in einem geaichten und ausgewogenen Meßkolben abgemessen. Auf dem Boden des Kalorimeters lag eine aus einem dicken Kupferdraht gebogene Schleife, welche verhindern sollte, daß das eingesenkte noch warme Kupfergefäß den Boden berührte, und auf diese Weise eine Quelle für Wärmeverlust entstünde. Das Kalorimeter stand auf einem Holzklotz, innerhalb eines größeren doppelwandigen, innen und außen polierten Messinggefäßes, zwischen dessen doppelten Wänden sich Wasser befand. Das Silbergefäß wurde immer so tief in das Kalorimeter eingetaucht, daß es die kupferne Schleife auf dem Boden desselben berührte. In dieser Stellung war das Silbergefäß ganz von Wasser bedeckt, und es ragte nur die halbe Höhe seines Halses aus demselben hervor.

Gemessen wurde die Temperatur des Kalorimeterwassers mit einem Beckmann'schen Thermometer, dessen Skala 10,4° lang war. Jeder einzelne Grad war in 50 Teile geteilt, so daß mittels einer Lupe noch 0,005 abgelesen werden konnte. Das Quecksilbergefäß dieses Beckmann'schen Thermometers war cylinderförmig, sein Durchmesser war 0,8 cm, seine Länge 4,5 cm, so daß es fast die halbe Höhe des Wassers im Kalorimetergefäß einnahm. So oft das Beckmann'sche Thermometer neu eingestellt war, wurde es mit dem Normalthermometer verglichen, und so die Temperatur des ersteren festgestellt. Ein Grad der Skala des Beckmann'schen Thermometers entsprach einem Grade der Skala von Celsius. Das Beckmann'sche Thermometer wurde derart in das Kalorimeter eingehängt, daß es die Wände des letzteren nicht berührte.

Mit den eben beschriebenen Apparaten wurden die spezifischen Wärmen zwischen 50° und 90° bestimmt. Ueber 90° bin ich deshalb nicht gegangen, weil bei höherer Temperatur die Verdampfungswärme der zu untersuchenden Flüssigkeiten anfing beträchtlich zu werden, und zu fürchten war, daß dieselbe bei den einzelnen Salzlösungen einen verschieden großen Einfluß auf deren spezifische Wärme ausüben könne, während es bei dieser Arbeit doch gerade darauf ankam, den Einfluß der einzelnen Salze auf die Aenderung der spezifischen Wärme ihrer wässerigen Lösungen mit der Temperatur vergleichen zu können. Als untere Grenze nahm ich 50° an, weil unterhalb dieser Temperatur die durch ungenaues Ablesen am Thermometer bedingten Fehler anfingen, einen zu großen Einfluß auf das Resultat zu bekommen.

Bei Bestimmungen von spezifischen Wärmen zwischen 50° und 60° wurden etwa 50 g Substanz, bei Bestimmungen zwischen 80° und 90° etwa 30 g eingewogen. Auf diese Weise wurde bewirkt, daß die Temperaturzunahme im Kalorimeter bei ersteren ungefähr eben so groß war, wie bei letzteren. Sie betrug durchschnittlich 6° bis 8°, zuweilen war sie auch noch größer.

Die Wage, welche benutzt wurde, gestattete noch 0,01 g genau abzuwägen, so daß der durch ungenaues Wägen verursachte Fehler bei einer Einwage von 30 g nur 0,00033% groß war. Von Zeit zu Zeit wurde kontrolliert, ob und wie weit die untersuchte Flüssigkeit beim Erwärmen verdampft war, und der Betrag in Rechnung gezogen. Sobald er bei Salzlösungen mehr als 0,03 bis 0,04 g betrug, wurde eine frische Probe eingewogen, um zu vermeiden, daß die Konzentration der Salzlösungen sich während der Versuche wesentlich ändere.

Das Stabthermometer wurde so tief in das Silbergefäß eingeführt, daß das Quecksilbergefäß des ersteren völlig von der zu untersuchenden Flüssigkeit bedeckt war. Das Silbergefäß mit der darauf geschobenen Kupferhülse und dem eingeführten Stabthermometer wurden nun in den schachtartigen Kasten der Erwärmungsvorrichtung gebracht und letzterer oben mit Watte zugedeckt. Das Thermometer ragte dann so weit aus ihm hervor, daß man die Temperaturen über 40° an ihm ablesen konnte. Nach etwa 40 bis 60 Minuten hatte die zu untersuchende Flüssigkeit die Temperatur des den Kasten umgebenden Wassers angenommen. War dies geschehen, so wurde das Silbergefäß mit

ab, um später wieder mit steigender Temperatur zuzunehmen. Die von mir aufgestellte Gleichung stimmt also, wenigstens was die Aenderung der spezifischen Wärmen in Bezug auf Zu- und Abnahme anbetrifft, mit den oben mitgeteilten Resultaten von Baumgartner, Velten, Lüdin, Rapp u. s. w. überein.

Spezifische Wärme der Salzlösungen.

Untersucht wurden Lösungen von Kalium-, Natrium-, Magnesium-, Zink-, Kupfersulfat, Kalium-, Natrium-, Calcium, Kobaltchlorid, sowie von Natrium- und Kaliumnitrat. Sämtliche Salze wurden aus der chemischen Fabrik von Merck in Darmstadt als chemisch rein bezogen.

Die Aenderung der spezifischen Wärmen der einzelnen Salzlösungen habe ich nicht, wie beim Wasser, durch eine Gleichung wiedergegeben, da dieselbe nur für eine Lösung von ganz bestimmter Konzentration Giltigkeit haben würde. Vielmehr bin ich bestrebt gewesen, die erhaltenen Resultate in eine solche Form zu bringen, daß man aus ihnen erkennen kann, in welcher Weise das gelöste Salz und in welcher Weise das Lösungswasser selbst die Aenderung der spezifischen Wärme der Lösung mit der Temperatur bedingt. Aus den bei den verschiedenen Temperaturen erhaltenen spezifischen Wärmen der untersuchten Lösungen wurden daher folgende Größen besonders berechnet.

Vorausgesetzt wurde, daß die Molekularwärme der Lösung sich aus der Molekularwärme des Lösungswassers und des sich in der Lösung befindlichen Salzes zusammensetzt [1]).

Zuerst wurde nun die Molekularwärme der Lösung berechnet, indem das Molekulargewicht mit der bei der betreffenden Temperatur gefundenen spezifischen Wärme multipliziert wurde. Von dem erhaltenen Resultat wurde dann, nach Julius Thomsen's [1]) Vorgange, die für dieselbe Temperatur ebenfalls auf die eben angegebene Weise berechnete Molekularwärme des in der Lösung enthaltenen Wassers subtrahiert. Die spezifische Wärme des Wassers wurde hierzu der oben auf Seite 4 von mir auf-

1) Als Molekulargewicht einer Lösung bezeichnet man die Summe aus dem Molekulargewicht des gelösten Salzes und der mit 18 multiplizierten Anzahl Moleküle Wasser, welche auf ein Molekül Salz in der betreffenden Lösung kommen.



gestellten Tabelle, bezw. der aus derselben abgeleiteten Gleichung entnommen. Die so erhaltene Differenz entspricht dem Einfluß, welchen das in der Lösung befindliche Salz auf die spezifische Wärme derselben ausübt, und würde der Molekularwärme des sich in der Lösung befindenden Salzes gleich sein, wenn sie nicht durch Veränderungen des Salzes und Wassers beeinflußt wäre. Durch Untersuchungen von Thomsen[1], Marignac u. A. ist in der That nachgewiesen worden, daß die Molekularwärme einer wässerigen Salzlösung fast immer kleiner ist als die aus ihren Bestandteilen, Wasser und festem Salz, berechnete, und daß der Wert der Differenz aus den Molekularwärmen der Lösung und des Lösungswassers meistens recht klein ist, mit zunehmender Wassermenge abnimmt und in manchen Fällen negativ wird. Im folgenden werde ich diese Differenz der Einfachheit wegen als Molekularwärme des gelösten Salzes bezeichnen. Über die Abhängigkeit der Differenz von der Konzentration der Lösung siehe E. Wiedemann, Wied. Ann. **18**, 608.

Dividiert man die Molekularwärme des gelösten Salzes durch sein Molekulargewicht, so erhält man demnach die spezifische Wärme desselben für den gelösten Zustand. Diese ist deshalb in die Tabellen aufgenommen worden, weil sie die Wärmekapazität der verschiedenen Salze alle in derselben Größenordnung angiebt und daher zu erkennen gestattet, ob die spezifische Wärme sich bei den verschiedenen Salzen in verschiedener Weise mit der Temperatur ändert, und ob diese Aenderung stärker oder schwächer als beim Wasser ist, während man diese Verhältnisse aus den Molekularwärmen wegen der verschiedenen Größe des Molekulargewichtes bei den einzelnen Salzen nicht übersehen kann.

Außer den bis jetzt erläuterten Werten habe ich noch die Größe des Einflusses, welchen ein Molekül des gelösten Salzes auf ein Gramm der Lösung in Bezug auf deren spezifische Wärme ausübt, mit in die Tabellen aufgenommen. Dieser Wert wurde durch Division des Molekulargewichtes der Lösung in die Molekularwärme des gelösten Salzes erhalten. Um die Bedeutung dieses Wertes begründen zu können, muß ich vorher auf die Größe, welche die Fehlergrenzen in den einzelnen Spalten der Tabellen einnehmen, näher eingehen.

---

1) Thomsen. Pogg. Ann. **142**, 337.

Wie schon oben am Schlusse der Beschreibung der Versuchsanordnung erwähnt wurde, betrug die größte Abweichung, welche die bei derselben Temperatur für die spezifische Wärme einer Flüssigkeit gefundenen Werte unter einander zeigten, 3 bis 4 Einheiten in der dritten Dezimale. Bei der Berechnung der Molekularwärmen wird diese Fehlergrenze bei den einzelnen Salzlösungen in sehr verschiedener Weise verändert. In einigen Fällen ist sie größer als der ganze Betrag der Molekularwärme des gelösten Salzes, während sie in anderen Fällen nur einen kleinen Bruchteil desselben ausmacht. Dividiert man aber die Molekularwärme des gelösten Salzes wieder durch das Molekulargewicht der Lösung, so werden dadurch die Versuchsfehler wieder auf dieselben absoluten Werte zurückgeführt, in welchen die spezifischen Wärmen der Lösung ursprünglich angegeben waren. Die Fehlergrenzen betragen jedoch jetzt circa 6 Einheiten in der dritten Dezimale, statt 3 bei den spezifischen Wärmen der Lösung, da sich bei der Berechnung die bei der Bestimmung der spezifischen Wärme der Lösung und die bei der Bestimmung der spezifischen Wärme des Wassers gemachten Versuchsfehler addieren können.

Bei den nun folgenden Tabellen steht:

in der ersten Spalte: die Anfangs- und Endtemperatur des untersuchten Wassers;
in der zweiten Spalte: die spezifische Wärme der Lösung;
in der dritten Spalte: die Molekularwärme der Lösung;
in der vierten Spalte: die Molekularwärme des gelösten Salzes;
in der fünften Spalte: die spezifische Wärme des gelösten Salzes;
in der sechsten Spalte: der Quotient aus der Molekularwärme des gelösten Salzes und aus dem Molekulargewicht der Lösung;
in der siebenten Spalte: die mittlere Temperatur zwischen Anfangs- und Endtemperatur der untersuchten Lösung.

Endlich sei noch bemerkt, daß als Einheit der spezifischen Wärme bei jedem Versuche die mittlere spezifische Wärme des Wassers zwischen den Temperaturen gewählt wurde, welche das Kalorimeter am Anfang und am Ende des Versuches zeigte. Diese Temperaturen lagen zwischen 10° und 20°. Die benutzte

Einheit stimmt also innerhalb der Fehlergrenzen mit der oben erwähnten Warburg'schen Einheit überein.

Natriumchlorid.

1 Molk. NaCl; 14 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 58,4 + 252 = 310,4.

Temperatur.	Sp.W. d.L.	Mlkw. d.L.	Mlkw. d.S.	Sp.W. d.S.	Mlkw. d.S. / Mlkg. d.L.	M.T.
52,4—16,9	0,8412	261,6	9,6	0,1642	0,0311	34,7
53,4—17,0	0,8431	261,9	9,8	0,1680	0,0316	35,2
54,4—15,6	0,8401	261,3	9,1	0,1560	0,0286	35,0
64,4—19,0	0,8511	264,2	10,2	0,1749	0,0329	41,7
64,5—19,2	0,8500	264,0	10,0	0,1712	0,0322	41,9
66,5—19,5	0,8513	264,3	10,0	0,1712	0,0322	43,0
69,4—19,7	0,8492	264,8	10,1	0,1730	0,0325	44,6
72,0—19,8	0,8545	265,7	10,2	0,1750	0,0329	45,9
81,6—19,0	0,8569	266,2	8,8	0,1510	0,0283	50,3
82,2—19,4	0,8563	266,1	8,5	0,1456	0,0268	50,8
82,5—19,0	0,8563	266,1	8,5	0,1456	0,0268	50,8
83,4—19,5	0,8536	265,4	7,6	0,1302	0,0245	51,5
83,4—19,5	0,8547	265,7	7,9	0,1353	0,0255	51,5
89,0—20	0,8539	265,5	7,1	0,1218	0,0229	54,5

1 Molk. NaCl; 28 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 58,4 + 504 = 562,4.

Temperatur.	Sp.W. d.L.	Mlkw. d.L.	Mlkw. d.S.	Sp.W. d.S.	Mlkw. d.S. / Mlkg. d.L.	M.T.
48,8—14,7	0,8925	501,8	+0,8	+0,0137	+0,0014	31,8
50,6—15,0	0,8948	502,8	+0,8	+0,0137	+0,0014	32,8
57,9—16,1	0,9017	507,0	+1,0	+0,0171	+0,0018	37,0
71,5—15,3	0,9088	510,8	—0,7	—0,0120	—0,0012	43,4
76,0—16,0	0,9076	510,0	—2,0	—0,0343	—0,0035	46,0
83,1—17,1	0,9144	514,0	—2,0	—0,0343	—0,0035	50,1
90,1—14,8	0,9120	513,0	—3,9	—0,0668	—0,0069	52,5

Die Molekular- bezw. spezifischen Wärmen des gelösten Chlornatriums nehmen nach obigen Tabellen mit steigender Temperatur langsam, die Versuchsfehler nur wenig überschreitend, ab, und zwar sowohl bei der konzentrierteren, als auch bei der verdünnteren Lösung.

Die Konzentration wurde durch Eindampfen eines abgewogenen Teiles der Lösung bestimmt.

Kaliumchlorid.

1 Molk. KCl; 85,8 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 74,6 + 1544,4 = 1619,0.

Temperatur.	Sp.W. d.L.	Mlkw. d.L.	Mlkw. d.S.	Sp.W. d.S.	Mlkw. d.S. / Mlkg. d.L.	M.T.
49,1—15,6	0,9489	153,6	0	0	0	
51,1—15,8	0,9498	153,8	— 1	—0,0134	—0,0006	32,4
51,8—15,9	0,9497	153,8	— 2	—0,0268	—0,0012	33,5
55,0—15,5	0,9574	155,0	+ 4	—0,0536	+0,0024	33,9
60,2—17,6	0,9615	155,6	— 2	—0,0268	—0,0012	35,3
66,8—16,7	0,9630	155,9	— 3	—0,0403	—0,0018	38,9
73,2—17,3	0,9653	156,3	— 7	—0,0940	—0,0041	41,8
85,1—17,2	0,9751	157,9	— 0	0	0	51,1
86,9—17,3	0,9675	156,6	—16	—0,215	—0,0099	52,1
89,4—17,7	0,9707	157,0	—13	—0,175	—0,0080	53,6

1 Molk. KCl; 172 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 74,6 + 3096 = 3170,6.

Temperatur.	Sp.W. d.L.	Mlkw. d.L.	Mlkw. d.S.	Sp.W. d.S.	Mlkw. d.S. / Mlkg. d.L.	M.T.
48,8—14,8	0,9650	306,0	— 92	—1,123	—0,0291	31,8
51,3—15,3	0,9779	310,1	— 59	—0,781	—0,0186	33,3
52,5—15,9	0,9726	308,4	— 83	—1,111	—0,0262	34,2
55,9—16,3	0,9700	307,5	—102	—1,137	—0,0321	36,1
69,8—16,2	0,9907	314,2	— 63	—0,845	—0,0199	42,0
74,8—16,5	1,0000	317,1	— 57	—0,765	—0,0183	45,7
81,2—17,8	1,0010	317,4	— 69	—0,925	—0,0218	49,5
90,2—81,4	1,0176	322,5	— 25	—0,336	—0,0079	54,3

Bei der konzentrierteren Lösung ist bis etwa 80° keine Abweichung der spezifischen Wärmen des gelösten Chlorkaliums von einander zu bemerken, während dieselben bei höherer Temperatur abzunehmen scheinen. Bei der verdünnteren Lösung verlaufen dieselben ziemlich unregelmäßig und lassen kein bestimmtes Gesetz vermuten.

Die Konzentration wurde durch Eindampfen eines abgewogenen Teiles der Lösung bestimmt.

Calciumchlorid.

1 Molk. $CaCl^2$; 11,47 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 110,7 + 206,5 = 317,2.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M.T.
51,1—13,4	0,6456	204,9	—1,1	—0,010	—0,0035	32,3
51,5—13,4	0,6485	205,8	—0,3	—0,003	—0,0001	32,5
56,8—14,0	0,6494	206,0	—1,0	—0,001	—0,0032	35,4
59,6—13,7	0,6478	205,2	—2,6	—0,023	—0,0082	36,7
62,3—14,1	0,6505	206,4	—2,0	—0,018	—0,0063	38,2
69,6—15,0	0,6609	209,6	+0,3	+0,003	+0,0001	42,3
69,9—16,7	0,6639	210,6	—1,3	—0,012	—0,0041	43,3
82,7—17,5	0,6620	210,0	—1,3	—0,012	—0,0041	50,1
85,7—16,0	0,6645	210,8	—0,5	—0,0045	—0,0002	50,9
86,8—16,5	0,6675	211,7	+0,2	+0,002	+0,0001	51,7

1 Molk. $CaCl^2$; 24,7 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 110,7 + 444,6 = 555,3.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M.T.
49,7—12,9	0,7571	420,5	—21,9	—0,1970	—0,0394	31,3
50,7—13,1	0,7535	418,4	—24,3	—0,2195	—0,0448	31,9
57,8—16,3	0,7672	426,0	—20,0	—0,1809	—0,0360	37,1
59,5—15,1	0,7672	426,0	—21,3	—0,1923	—0,0384	37,3
63,8—16,0	0,7736	429,5	—19,1	—0,1726	—0,0344	39,9
64,6—14,2	0,7721	428,7	—20,0	—0,1808	—0,0360	39,4
67,2—14,9	0,7695	427,5	—22,7	—0,2051	—0,0408	41,4
74,2—15,1	0,7804	433,2	—19,2	—0,1735	—0,0346	44,7
80,0—15,3	0,7828	434,6	—19,5	—0,1761	—0,0351	47,7
86,1—16,5	0,7792	431,6	—22,5	—0,2034	—0,0405	51,3
88,0—16,8	0,7909	433,6	—22,1	—0,2028	—0,0398	52,4
89,6—19,9	0,7808	433,5	—22,5	—0,2034	—0,0405	54,8

1 Molk. Ca^2Cl^2; 40,3 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 110,7 + 725,4 = 836,1.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M.T.
49,2—14,9	0,8126	679,4	—41,9	0,3780	0,0501	32,1
51,1—15,0	0,8254	690,2	—30,7	0,2779	0,0367	33,1
52,3—14,9	0,8245	689,5	—35,5	0,3207	0,0425	33,6
60,2—15,1	0,8243	689,3	—41,0	0,3705	0,0490	37,7
60,8—15,5	0,8241	689,2	—41,3	0,3735	0,0494	38,2
70,1—17,1	0,8367	699,7	—35,6	0,3220	0,0426	43,6
70,3—17,3	0,8349	698,2	—37,3	0,3372	0,0446	43,8
83,6—16,5	0,8424	704,4	—35,8	0,3238	0,0428	50,1
84,3—16,5	0,8465	707,9	—34,6	0,3129	0,0414	50,4
89,3—17,6	0,8527	713,1	—30,4	0,2749	0,0364	53,6

In den beiden konzentrierteren Lösungen zeigen die spezifischen bezw. Molekularwärmen des gelösten Chlorcalciums bei den verschiedenen Temperaturen überhaupt keine Abweichung von einander, während sie bei der verdünnten etwas stärker von einander abweichen; doch ist in diesen Abweichungen keine Regelmäßigkeit zu erkennen.

Die Konzentration wurde mit Hilfe des spezifischen Gewichtes und der Tabelle von Schiff[1]) bestimmt.

Kobaltchlorid.

1 Molk. $CoCl^2$; 36,9 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 130,3 + 664,2 = 794,5.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlk. d. S. / Sp.W.d.L.	M. T.
48,7—15,2	0,7674	609,6	—50,5	—0,386	—0,0635	31,9
51,7—15,7	0,7790	618,9	—42,4	—0,324	—0,0535	33,7
52,7—15,9	0,7857	624,3	—39,1	—0,300	—0,0492	34,3
55,0—16,1	0,7799	619,5	—45,4	—0,348	—0,0572	35,6
58,2—15,4	0,7821	621,5	—45,8	—0,351	—0,0577	36,8
63,0—14,9	0,7922	629,4	—40,7	—0,313	—0,0513	38,9
67,1—15,8	0,7948	631,4	—40,8	—0,313	—0,0514	41,5
69,8—16,4	0,7994	635,3	—38,9	—0,298	—0,0490	43,1
78,2—17,0	0,7954	640,7	—36,9	—0,282	—0,0465	47,6
81,6—16,7	0,7777	617,9	—61,1	—0,468	—0,0770	49,2
84,8—17,2	0,7949	623,6	—56,1	—0,430	—0,0708	51,0
89,0—17,8	0,7870	615,3	—65,7	—0,500	—0,0827	53,4
1 Molk. $CoCl^2$; 74 Molk. H^2O. Molekulargewicht: 130,3 + 1332 = 1462.						
49,1—14,6	0,8654	1266	—58	—0,445	—0,0396	31,9
51,3—15,0	0,8708	1272	—57	—0,437	—0,0390	33,2
52,5—15,1	0,8711	1274	—56	—0,429	—0,0383	33,8
57,9—16,7	0,8546	1249	—90	—0,490	—0,0615	37,3
60,6—16,3	0,8740	1277	—65	—0,498	—0,0445	38,5
65,4—16,2	0,8830	1291	—56	—0,429	—0,0383	40,8
70,9—16,4	0,8896	1301	—50	—0,383	—0,0342	43,7
75,7—16,7	0,8935	1306	—51	—0,391	—0,0348	46,2
81,3—17,3	0,8977	1312	—49	—0,376	—0,0335	49,3
87,2—18,1	0,8995	1315	—49	—0,376	—0,0335	52,7
89,6—18,8	0,8965	1309	—56	—0,429	—0,0383	54,2
Nachtrag zu 1 Molk. $CoCl^2$; 36,9 Molk. H^2O. Molekulargewicht: 130,3 + 664,2 = 794,5.						
52,6—15,4	0,7948	631,4	—32,0	—0,246	—0,0403	34,0

1) Schiff in Dammer, Anorganische Chemie. 1894, II, p. 300.

Während bei der konzentrierten Lösung des Kobaltchlorides die spezifischen Wärmen von 48° bis etwa 70° ein regelmäßiges Steigen zeigen, um dann bei 80° wieder zu fallen, zeigen die bei 51,7° und 52,7° gefundenen eine auffällige Abweichung von den übrigen. Ich habe daher nachträglich nochmal wieder die spezifische Wärme derselben Lösung bei dieser Temperatur bestimmt und dabei das als Nachtrag am Fuß dieser Tabellen angegebene noch stärker abweichende Resultat gefunden. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigt auch Magnesiumsulfat (siehe dieses).

Sonderbar ist auch, daß bei der verdünnteren Lösung, bei welcher sonst die spezifische Wärme des gelösten Kobaltchlorides in dem Temperaturintervall von 50 bis 90 keine Aenderung zeigt, bei 57,9 und 60,6 eine starke Abweichung zum Vorschein kommt.

Die Konzentration wurde mit Hilfe des spezifischen Gewichtes und der Tabelle von B. Franz[1]) bestimmt.

Natriumnitrat.

1 Molk. $NaNO^3$; 5,35 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 85 + 96,3 = 181,3.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W, d. S.	Sp.W. d. S. / Mlkg. d. L.	M.T.
55,5—13,8	0,7081	128,4	+32,9	0,3876	0,1813	34,7
69,6—16,0	0,7112	128,9	+31,3	0,3683	0,1725	42,5
71,9—15,5	0,7129	129,3	+31,6	0,3720	0,1742	43,7
77,9—15,1	0,7153	129,6	+31,4	0,3695	0,1730	46,5
78,8—16,0	0,7148	129,5	+31,1	0,3660	0,1715	47,4
84,7—15,4	0,7180	130,3	+31,7	0,3730	0,1748	50,1
85,9—15,0	0,7185	130,4	+31,8	0,3741	0,1752	50,5
87,0—15,6	0,7207	130,6	+32,0	0,3765	0,1761	51,3

1 Molk. $NaNO^3$; 13,5 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 85 + 240 = 325.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W, d. S.	Sp.W. d. S. / Mlkg. d. L.	M.T.
52,1—15,0	0,8262	268,5	+28,1	0,3308	0,0860	33,6
53,5—16,0	0,8271	268,8	+28,8	0,3392	0,0881	34,8
61,9—15,2	0,8230	267,5	+25,6	0,3015	0,0783	38,6
70,8—16,3	0,8292	269,6	+26,2	0,3084	0,0801	43,6
78,8—16,2	0,8269	268,7	+23,7	0,2792	0,0726	47,5
86,6—18,0	0,8335	270,9	+25,1	0,2960	0,0768	52,3
90,3—18,1	0,8364	271,8	+25,7	0,3025	0,0786	54,2

1) Journ. f. pr. Chem. **113**, 284.

1 Molk. $NaNO^3$; 28 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 85 + 504 = 589.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M. T.
54,8—15,9	0,9594	565,0	+60,7	0,7150	0,1033	35,4
60,2—16,7	0,9341	550,0	+42,5	0,5000	0,0722	38,5
61,6—17,0	0,9354	550,9	+42,1	0,4960	0,0715	39,3
71,5—19,9	0,9301	547,8	+36,0	0,4238	0,0611	45,7
71,1—15,2	0,9266	545,8	+34,2	0,4022	0,0591	43,2
83,0—16,2	0,9406	554,0	+38,9	0,4698	0,0661	49,6
89,3—16,9	0,9498	559,5	+41,7	0,4915	0,0708	53,1

Die spezifischen Wärmen des gelösten Natriumnitrats zeigen bei den drei untersuchten Lösungen zuerst bis nahe an 80° eine Abnahme der spezifischen Wärmen, von da ab wieder eine Zunahme. Die Aenderungen sind jedoch sehr gering und übersteigen kaum die Fehlergrenzen.

Die Konzentration wurde durch Abdampfen eines abgewogenen Teiles der Lösung bestimmt.

Kaliumnitrat.

1 Molk. KNO^3; 28 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 101 + 504 = 605.

Temperatur.	Sp.W. d.L.	Mlkw. d.L.	Mlkw. d.S.	Sp.W. d.S.	Mlkw. d.S. / Mlkw. d.L.	M.T.
55,6—15,0	0,8457	511,8	+ 7,4	+0,0732	0,0122	35,3
54,6—15,0	0,8529	514,8	+10,5	+0,1040	0,0174	34,8
58,2—15,5	0,8531	516,2	+ 9,9	+0,0980	0,0163	36,9
62,6—15,4	0,8537	516,5	+ 7,1	+0,0702	0,0117	41,0
71,8—15,5	0,8606	520,7	+ 8,8	+0,0870	0,0143	43,7
72,9—15,9	0,8602	520,5	+ 8,1	+0,08101	0,0134	44,4
81,4—16,3	0,8630	522,2	+ 7,1	+0,0702	0,0117	48,9
81,8—16,0	0,8636	522,5	+ 7,1	+0,0702	0,0117	48,9
85,4—17,0	0,8668	523,2	+ 7,5	+0,0742	0,0127	51,2
88,9—16,6	0,8680	525,2	+ 8,6	+0,0850	0,0142	52,8

Die spezifischen bezw. Molekularwärmen des Kaliumnitrats zeigen überhaupt keine merkliche Aenderung mit der Temperatur.

Die Konzentration wurde durch Abdampfen eines abgewogenen Teiles des Lösung bestimmt.

Magnesiumsulfat.

1 Molk. $MgSO^4$; 24,06 Mlk. H^2O.
Molekulargewicht: 119,76 + 433,08 = 552,84.

Temperatur.	Sp.W.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M. T.
48,3—16,5	0,7515	415,4	—14,7	—0,1227	—0,0268	32,4
50,6—16,2	0,7615	420,9	—10,4	—0,0862	—0,0188	33,4
53,0—16,0	0,7782[1])	430,1	— 2,6	—0,0217	—0,0037	34,5
55,4—16,0	0,7619	421,1	—12,5	—0,1044	—0,0226	35,7
65,6—17,5	0,7768	429,3	— 8,6	—0,0718	—0,0155	41,6
66,5—16,3	0,7787	430,5	— 7,8	—0,0651	—0,0141	41,4
72,2—17,0	0,7814	431,9	— 8,2	—0,0685	—0,0148	44,6
79,0—16,2	0,7870	435,0	— 7,2	—0,0601	—0,0130	47,6
84,1—17,4	0,7915	437,5	— 5,8	—0,0485	—0,0105	50,8
90,1—18,4	0,7957	440,0	— 4,0	—0,0334	—0,0073	54,3
1 Molk. $MgSO^4$; 57,8 Molk. H^2O.						
Molekulargewicht: 119,76 + 1040,4 = 1160,2.						
48,4—15,2	0,8430	980,4	—52,6	—0,440	—0,0456	31,8
51,7—16,6	0,8567	994,0	—42,0	—0,351	—0,0362	34,2
55,2—15,9	0,8580	993,1	—48,9	—0,408	—0,0421	35,6
62,7—17,3	0,8605	998,4	—51,6	—0,432	—0,0445	40,0
65,6—17,0	0,8600	997,7	—44,3	—0,371	—0,0382	41,3
73,7—18,5	0,8712	1110	—49,0	—0,410	—0,0422	46,1
79,0—18,8	0,8835	1025	—37,0	—0,309	—0,0319	48,9
81,8—18,3	0,8823	1023	—41,0	—0,343	—0,0354	50,1
87,2—18,9	0,8899	1032	—33,0	—0,276	—0,0284	53,1
89,2—19,4	0,8968	1040	—27,0	—0,226	—0,0233	54,3
Nachtrag zu 1 Molk. $MgSO^4$; 24,06 H^2O. Mlkg. 552,84.						
53,1—15,5	0,7833	433,0	+ 0,3	+0,0025	+0,0003	34,3

Abgesehen von dem in der ersten Tabelle bei 53° angegebenen Werte 26, zeigen sämtliche erhaltenen Resultate ein langsames Fallen der Molekular- bezw. spezifischen Wärmen mit steigender Temperatur. Um zu sehen, ob die eben erwähnte, die Fehlergrenzen bedeutend überschreitende Abweichung von den übrigen spezifischen Wärmen des gelösten Magnesiumsulfates auf einem fehlerhaften Versuch beruhte, habe ich nachträglich (einige Tage später) die spezifische Wärme einer Magnesiumsulfatlösung von derselben Konzentration noch einmal bestimmt und dabei

den oben im Nachtrag angegebenen Wert erhalten. Wie man sieht, weicht derselbe in der gleichen Richtung, nur noch ein wenig stärker wie der zuerst bestimmte, von den übrigen spezifischen Wärmen ab. Ein ganz ähnliches Verhalten habe ich auch bei Kobaltchlorid gefunden. Das Wasser scheint demnach geneigt zu sein, bei dieser Temperatur mit jenen Salzen Hydrate zu bilden, welche bei höheren Temperaturen wieder zerfallen. Die angewandten Versuchsbedingungen sind aber leider nicht exakt genug, um die Bildung solcher Verbindungen mit ihnen genau verfolgen zu können.

Die Konzentration wurde mit Hilfe des specifischen Gewichtes und der Tabelle von Gerlach[1]) bestimmt.

Natriumsulfat.

1 Molk. Na^2SO^4; 119,6 Molk. H^2O.

Molekulargewicht: 142 + 2152,8 = 2294,8.

Temperatur.	Sp.W. d.L.	Mlkw. d.L.	Mlkw. d.S.	Sp.W. d.S.	Mlkw. d.S. / Mlkg. d.L.	M.T.
54,3—14,4	0,9326	214,0	—19	0,134	—0,0082	34,4
55,5—14,3	0,9304	213,4	—26	0,183	—0,0118	34,9
56,3—14,6	0,9296	213,4	—27	0,190	—0,0119	35,5
61,2—15,1	0,9374	215,0	—15	0,111	—0,0065	38,2
68,8—15,5	0,9417	216,1	—18	0,127	—0,0078	42,2
74,6—14,8	0,9495	218,0	—5	0,035	—0,0022	44,7
76,8—15,3	0,9443	216,7	—22	0,155	—0,0096	46,1
81,6—16,0	0,9588	220,0	0	0,000	—0,0000	48,8
85,3—15,9	0,9594	220,2	—4	0,028	—0,0015	50,6
89,1—15,9	0,9603	220,5	—10	0,071	—0,0042	52,5
		1 Molk. $NaSO^4$; 239 Molk. H^2O. Molekulargewicht: 142 + 4302 = 4444.				
51,1—14,9	0,9585	416,1	—119	0,839	0,0268	33,0
56,5—15,8	0,9610	427,1	—53	0,373	0,0119	36,2
65,0—17,2	0,9705	431,3	—32	0,225	0,0075	41,1
70,9—16,9	0,9730	432,4	—38	0,268	0,0086	43,9
76,1—16,3	0,9751	433,3	—41	0,289	0,0092	46,2
79,3—16,3	0,9690	435,1	—37	0,260	0,0083	47,8
86,9—17,2	0,9776	434,5	—65	0,458	0,0146	52,1

1) Gerlach in Dammer, Anorganische Chemie. II, 2, p. 429.

Die Abweichungen der spezifischen bezw. Molekularwärmen des gelösten schwefelsauren Natriums bei den verschiedenen Temperaturen überschreiten nur wenig die Fehlergrenzen, doch scheint auch hier erst eine Abnahme, dann eine Zunahme derselben mit steigender Temperatur vorhanden zu sein.

Die Konzentration wurde durch Abdampfen eines abgewogenen Teiles der Lösung bestimmt.

Kaliumsulfat.

1 Molk. K^2SO^4; 117,2 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 174 + 2109,6 = 2283,6.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M.T.
50,7—14,8	0,9000	205,5	—45	0,2581	0,0197	32,8
50,5—14,6	0,8990	205,3	—56	0,3218	0,0245	32,6
53,1—13,8	0,9014	205,8	—42	0,2415	0,0188	33,0
57,6—14,8	0,9148	208,8	—29	0,1665	0,0127	36,2
59,5—14,7	0,9161	209,1	—29	0,1665	0,0127	37,1
65,8—16,1	0,9239	211,0	—20	0,1199	0,0088	41,0
71,8—16,0	0,9270	211,6	—17	0,0097	0,0075	44,0
78,1—16,4	0,9281	211,8	—25	0,1435	0,0109	47,3
81,0—16,7	0,9264	211,5	—29	0,1665	0,0127	48,9
85,2—17,1	0,9295	212,2	—35	0,2010	0,0153	51,2
85,8—17,0	0,9341	213,2	—26	0,1495	0,0114	51,4

1 Molk. K^2SO^4; 235 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 174 + 4218 = 4392.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M.T.
52,6—15,0	0,9593	421,3	0	0	0,0000	33,8
54,0—15,0	0,9600	421,7	—1	0,0000	0,0002	34,5
63,4—16,4	0,9555	419,7	—60	0,3443	0,0137	39,9
74,8—16,2	0,9620	422,6	—69	0,3980	0,0157	45,5
78,1—16,4	0,9723	427,1	—28	0,1610	0,0064	47,3
81,6—17,6	0,9753	428,4	—28	0,1610	0,0064	49,6
87,7—17,5	0,9772	429,2	—29	0,1667	0,0066	52,6
89,1—17,5	0,9820	429,6	—28	0,1610	0,0064	53,3

Die Abweichungen der spezifischen bezw. Molekularwärmen des gelösten Kaliumsulfats weichen nur wenig von einander ab, doch deuten die erhaltenen Resultate darauf hin, daß bei der konzentrierteren Lösung zuerst eine Abnahme der spezifischen

Wärme mit steigender Temperatur vor sich geht, während die verdünntere sich umgekehrt verhält.

Die Konzentration wurde durch Eindampfen eines abgewogenen Teiles der Lösung bestimmt.

Zinksulfat.

1 Molk. $ZnSO^4$; 18,05 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 161,5 + 324,9 = 486,4.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M. T.
48,5—15,0	0,6851	333,3	+10,5	0,0650	0,0226	31,8
54,2—15,4	0,6998	340,4	+15,0	0,0930	0,0308	34,8
59,4—16,5	0,6991	340,1	+13,3	0,0824	0,0274	37,9
64,8—17,7	0,7148	347,7	+19,4	0,1200	0,0400	41,3
69,6—16,3	0,7157	348,1	+18,7	0,1156	0,0384	42,9
74,8—17,4	0,7172	348,8	+18,2	0,1128	0,0374	46,1
79,4—16,5	0,7252	352,7	+20,9	0,1293	0,0430	47,9
84,1—16,7	0,7302	355,1	+22,6	0,1400	0,0465	50,4
90,0—18,2	0,7380	359,0	+25,9	0,1603	0,0533	54,1

1 Molk. $ZnSO^4$; 45,1 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 161,5 + 811,8 = 973,3.

Temperatur.	Sp.W. d. L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Mlkw. d. S. / Mlkg. d. L.	M. T.
49,6—15,1	0,8141	792,3	—14,8	0,0917	0,0152	32,4
52,7—15,1	0,8009	779,4	—31,8	0,1969	0,0327	33,9
53,6—15,6	0,8176	795,6	—16,1	0,0997	0,0166	34,6
61,3—16,0	0,8096	787,7	—30,0	0,1858	0,0309	38,7
65,1—17,1	0,8103	788,6	—30,5	0,1888	0,0314	41,1
68,9—17,6	0,8175	795,6	—27,0	0,1672	0,0278	43,3
77,1—18,4	0,8309	808,7	—18,4	0,1139	0,0189	47,8
83,5—18,4	0,8321	809,8	—20,9	0,1294	0,0215	50,9
89,5—18,8	0,8283	806,1	—26,1	0,1617	0,0268	54,2

Die Aenderung der spezifischen bezw. Molekularwärme des gelösten Zinksulfates mit der Temperatur ist bei Lösungen von verschiedener Konzentration verschieden. Bei der konzentrierten Lösung zeigte dieselbe eine starke und regelmäßige Zunahme mit der Temperatur, während bei der verdünnteren Lösung die spezifischen Wärmen bei den verschiedenen Temperaturen zwar

stark von einander abweichen, aber keine Regelmäßigkeit erkennen lassen.

Die Konzentration wurde mit Hilfe des spezifischen Gewichtes und der Tabelle von Gerlach[1]) und Schiff bestimmt.

Bleiacetat.

1 Molk. Pb $[C^2H^3O^2]^2$ 60 Molk. $H^2.O$.
Molekulargewicht: 266 + 1080 = 1346.

Temperatur	Sp.W. d.L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Sp.W. d.S. / Mlkw. d. L.	M.T.
48,7—14,1	0,8303	1118	+44	0,164	0,0327	33,4
56,1—15,0	0,8391	1129	+57	0,216	0,0424	35,6
59,6—15,4	0,8392	1129	+46	0,175	0,0342	37,5
66,2—16,8	0,8599	1157	+65	0,242	0,0483	41,5
73,4—17,6	0,8623	1167	+63	0,235	0,0468	45,5
79,1—16,8	0,8673	1168	+64	0,239	0,0475	47,9
84,0—16,0	0,8686	1169	+64	0,239	0,0475	50,0
90,2—16,8	0,8730	1175	+71	0,266	0,0528	53,5

1 Molk. Pb $[C^2H^3O^2]^2$ 134 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 266 + 2412 = 2678.

Temperatur	Sp.W. d.L.	Mlkw. d. L.	Mlkw. d. S.	Sp.W. d. S.	Sp.W. d.S. / Mlkw. d. L.	M.T.
48,5—15,4	0,9106	2439	+43	0,164	0,0161	31,9
55,3—16,2	0,9178	2452	+48	0,181	0,0179	35,8
59,9—17,1	0,9187	2454	+26	0,098	0,0097	38,5
75,8—15,2	0,9294	2489	+32	0,120	0,0119	48,5
81,2—16,1	0,9270	2482	+17	0,064	0,0063	48,7
84,1—16,3	0,9342	2501	+33	0,124	0,0123	50,2
89,0—17,7	0,9470	2536	+63	0,237	0,0235	53,4

Die Abweichungen der spezifischen bezw. Molekularwärmen des gelösten Bleiacetates von einander lassen keine Regelmässigkeit erkennen.

Die Konzentration der Lösungen wurde mit Hilfe des spezifischen Gewichtes und der Tabelle von Oudemans[2]) bestimmt.

---

1) Dammer, Anorganische Chemie. 1894, II. 2, p. 472.
2) Oudemans, Journ. f. pr. Ch. 1868. 29.

Kupfersulfat.

1 Molk. $CuSO^4$; 75,4 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 159 + 1357 = 1516.

Temperatur.	Sp.W. d.L.	Mlkw. d.L.	Mlkw. d.S.	Sp.W. d.S.	Sp.W. d.S. / Mlkw. d.L.	M.T.
49,1—15,4	0,8490	1287	—62	—0,390	0,0409	32,3
53,0—16,2	0,8471	1284	—72	0,447	0,0468	34,6
56,2—15,8	0,8500	1288	—72	0,453	0,0475	36,0
64,8—15,8	0,8523	1292	—79	0,497	0,0521	40,3
71,8—16,7	0,8568	1299	—79	0,497	0,0521	44,3
74,8—16,2	0,8550	1296	—85	0,535	0,0561	45,5
78,6—17,0	0,8770	1329	—56	0,352	0,0370	47,8
84,0—17,1	0,8845	1341	—48	0,302	0,0316	50,6
89,3—17,8	0,8708	1320	—71	0,447	0,0468	53,6

1 Molk. $CuSO^4$; 150 Molk. H^2O.
Molekulargewicht: 159 + 2700 = 2850.

Temperatur.	Sp.W. d.L.	Mlkw. d.L.	Mlkw. d.S.	Sp.W. d.S.	Sp.W. d.S. / Mlkw. d.L.	M.T.
48,8—14,8	0,9042	2585	— 92	0,579	0,0322	31,8
53,2—14,9	0,9067	2592	—100	0,029	0,0350	34,1
59,2—15,1	0,9112	2605	—111	0,698	0,0389	37,2
63,0—15,1	0,9132	2611	—114	0,717	0,0400	39,1
71,4—16,4	0,9191	2627	—114	0,717	0,0400	43,9
78,6—17,0	0,9338	2670	— 85	0,535	0,0298	47,8
82,1—16,5	0,9378	2681	— 83	0,522	0,0291	49,3
89,1—17,6	0,9415	2693	— 75	0,471	0,0263	53,4

Bei den beiden untersuchten Kupfersulfatlösungen nehmen die spezifischen bezw. Molekularwärmen des untersuchten Salzes bis etwa 75° ab, um bei höherer Temperatur wieder zuzunehmen.

Die Konzentration der Kupfersulfatlösungen wurde durch Eindampfen eines abgewogenen Teiles der Lösung ermittelt.

Endresultate.

Die untersuchten wässerigen Salzlösungen zeigten alle, mit Ausnahme des Zinksulfates, eine kleinere Aenderung ihrer spezifischen Wärmen mit der Temperatur als das Wasser, ließen aber immerhin noch eine größere oder kleinere Zunahme ihrer spezifischen Wärmen deutlich erkennen, so daß Marignac's Annahme, daß die spezifische Wärme wässeriger Salzlösungen bei zunehmender Temperatur konstant bliebe, sich bei Temperaturen über 50° nicht als richtig erwiesen hat.

Berechnete man aus den gefundenen spezifischen Wärmen einer Salzlösung den Einfluß, welchen das gelöste Salz auf dieselbe ausübte, so zeigte es sich, daß er überhaupt nicht oder doch nur unbedeutend durch eine Temperaturzunahme geändert wurde, und daß die Aenderung der spezifischen Wärmen der Lösung fast allein durch das in derselben enthaltene Wasser bedingt wurde.

Innerhalb des geringen Betrages aber, welchen die Abweichungen der spezifischen Wärme einer Salzlösung unter einander zeigen, lassen die gefundenen Resultate auf ein geringes Steigen oder Sinken derselben mit steigender Temperatur in manchen Fällen schließen. Bei der geringen Größe der Unterschiede der spezifischen Wärmen eines Salzes unterlasse ich es jedoch, an dieser Stelle näher auf diesen Punkt einzugehen, und begnüge mich damit, auf die bei den einzelnen Salzen gemachten Bemerkungen hinzuweisen.

Zum Schluß möchte ich noch hervorheben, daß der Umstand, daß die spezifischen Wärmen einer großen Anzahl gelöster Salze bei einer Temperaturänderung nahezu konstant bleiben, darauf hindeutet, daß die spezifische Wärme eines im Wasser gelösten Salzmoleküls durch eine Temperaturänderung nur wenig oder überhaupt nicht beeinflußt wird, und daß eine deutlich wahrnehmbare Aenderung derselben nur dann eintritt, wenn durch Hydratbildung oder andere chemische Vorgänge Wärmetönungen entstehen. Eine derartige Regel wird durch das Verhalten, welches die untersuchte Zinksulfatlösung zeigte, noch wahrscheinlicher gemacht; denn gerade von diesem Salze ist es bekannt, daß in seiner wässerigen Lösung beim Erwärmen chemische Veränderungen vor sich gehen, welche zuletzt zur Ausscheidung

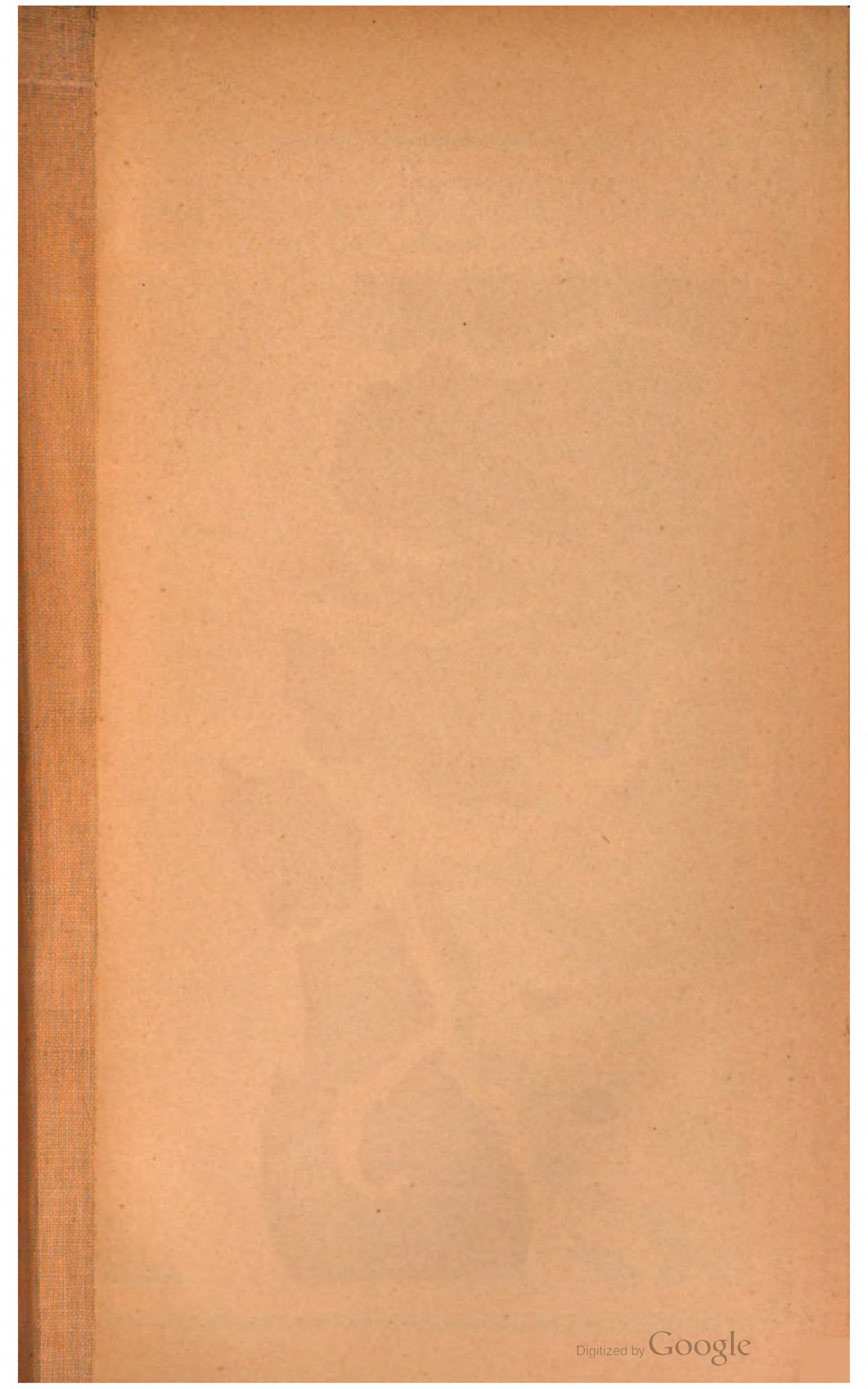
eines basischen Salzes führen. Auch wird diese Regel dadurch bestätigt, daß manchmal bei Lösungen desselben Salzes sich die spezifischen Wärmen bei verschiedenen Konzentrationen in verschiedener Weise mit der Temperatur ändern.

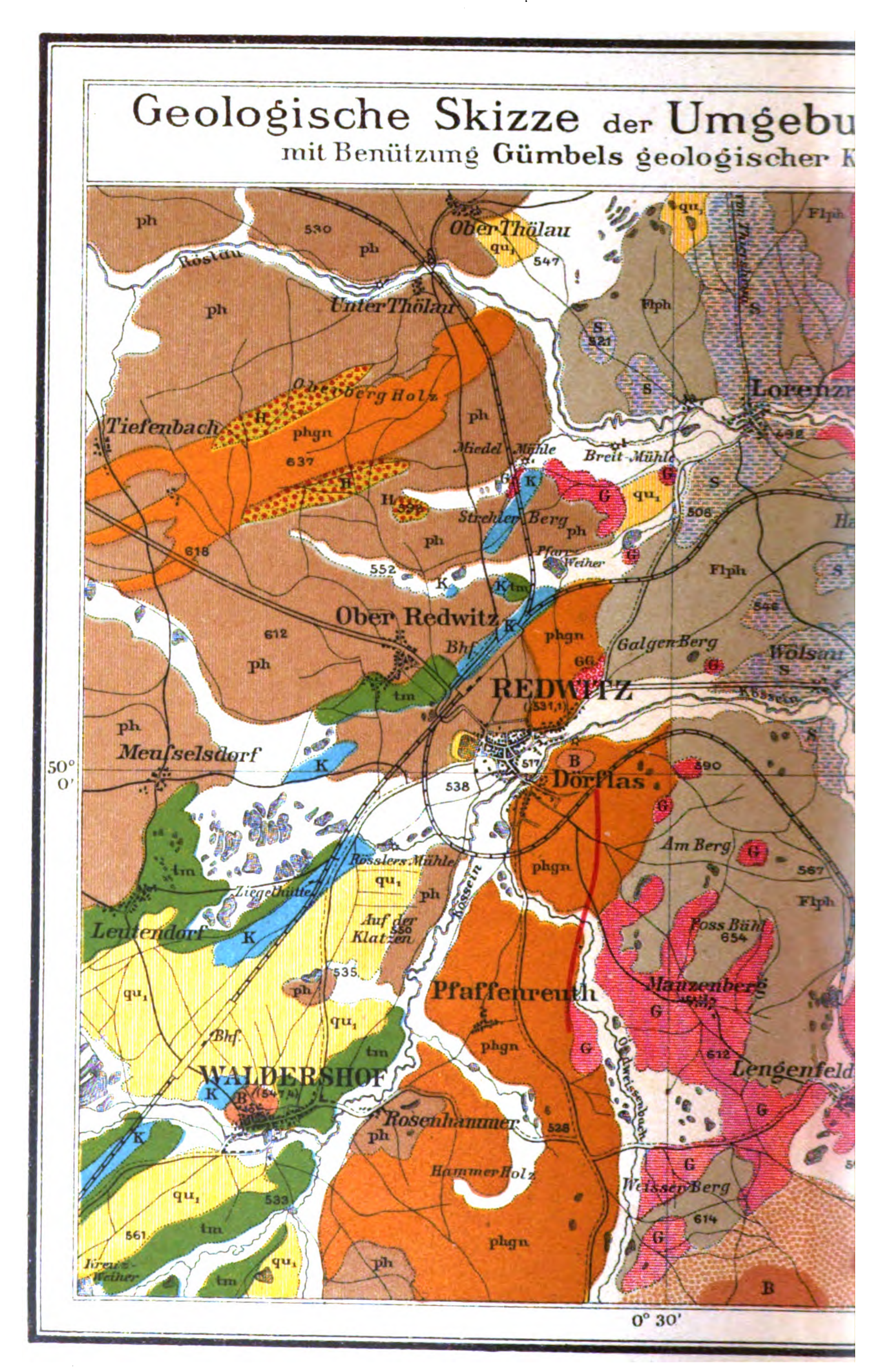
Ist aber die Regel, daß die spezifische Wärme in Wasser gelöster Salzmoleküle nahezu unabhängig von der Temperatur derselben ist, richtig, so müssen anderseits auch die von mir bei den verschiedenen Temperaturen gefundenen spezifischen Wärmen des Wassers (wenigstens bei den angewandten Versuchsbedingungen) die richtigen sein, da die fragliche Regel nur dann zum Vorschein kommt, wenn man sie (und nicht die teilweise recht stark von einander abweichenden Resultate anderer Forscher für die spezifischen Wärmen des Wassers) zur Berechnung der spezifischen Wärme des gelösten Salzes aus der spezifischen Wärme der Lösung benutzt.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. Wiedemann, für die Anregung zu vorliegender Arbeit und die liebenswürdige Hilfe bei derselben, sowie Herrn Dr. G. C. Schmidt und Herrn Dr. E. Müller für die wertvollen Winke und das freundliche Interesse, welches sie mir bei der Ausführung der Versuche gezeigt haben, meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

Erlangen, Physikalisches Institut, im Februar 1900.

Inhalt.




Geologische Skizze der Umgebu
mit Benützung Gümbels geologischer K
Ober Thölau
Unter Thölau
Tiefenbach
Oberberg Holz
Miedel Mühle
Breit Mühle
Strehler Berg
Lorenzr
Ober Redwitz
Bhf.
REDWITZ
Galgen Berg
Wölsau
Kössein
Meufselsdorf
Dörflas
Am Berg
Rosslers Mühle
Ziegelhütte
Leutendorf
Auf der Klatzen
Pfaffenreuth
Mauzenberg
Lengenfeld
WALDERSHOF
Rosenhammer
Hammer Holz
Weisser Berg
Kreuz-Weiher
50°
0'
0° 30'

von Mkt. Redwitz i/Fichtelgebirge 1:50000
von Bayern 1:100000, Bl. Münchberg

entworfen von H. Stadlinger.

Maafsstab = 1:50000.

1 ½ 0 1km.

Eisenbahn
Staats Strassen
Distrikts "
Gemeindewege
Flussläufe
Weiher

Quarzgang

Al	*Aluvium*
qu₁	*Diluvialgeröll etc.*
tm	*Mittel-Tertiär*
ph	*Phyllit*
phgn	*Phyllitgneiss*
Flph	*Fleckenphyllit*
K	*Urkalk m. dolom. Kalk u. Silicathornfels*
G	*Granit*
S	*Amphibolgranit (Syenitgranit)*
GG	*Granitgneiss*
B	*Basaltkegel mit*
B	*Basalttuff*
H	*Hornblende-Schiefer*

Körbersdorf
Seufsen
Röslau
Brand
Flph
Wölsauerhammer
DER REICHS FORST
Haingrün
Saturn Zeche
Reh Berg
Stein Berg
Wappen Stein Bg.
Silber Rangen
Groschlatten-grün
n. Tirschenreuth
518 481 525 530 434 647 685,4 669


HOLZER
BINDERS



